

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Beton

Beton merupakan suatu konstruksi yang umumnya tersusun dari air semen dan agregat. Penggunaan beton saat ini tidak hanya pada ruang lingkup struktur saja, akan tetapi bisa juga digunakan untuk non struktur. Beton merupakan material komposit, disebut komposit karena terdiri dari media pengikat pada umumnya campuran semen hidrolis dan air), agregat halus(pasir), dan agregat kasar(kerikil) dengan atau tanpa bahan tambahan campuran/bahan (Ronzon et al., 2025) Penggunaan beton pada komponen non struktur tentulah berbeda dengan struktur dimana komposisi di desain sedemikian rupa untuk menghasilkan beton dengan nilai estetika maupun dari segi ekonomi yang lebih (Alami & Termal, 2023). Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya, perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan dan sebagainya yang dapat mempengaruhi sifat-sifat beton.

Beton merupakan material bangunan yang sangat umum digunakan di berbagai proyek. Material ini dihasilkan melalui proses pengerasan dari campuran semen, pasir, kerikil, serta air. Komposisi beton mencakup sekitar 15% semen, 8% air, 3% udara, dengan sisanya didominasi oleh pasir dan kerikil. Setelah mengalami pengerasan, campuran tersebut menunjukkan karakteristik yang beragam, yang dipengaruhi oleh metode produksinya. Faktor seperti rasio campuran, teknik pencampuran, proses pengangkutan, metode pencetakan, pemadatan, dan elemen-elemen terkait lainnya akan berdampak pada berbagai sifat beton (Ii, 2013). Kuat tekan beton adalah parameter utama yang menentukan kemampuan beton menahan beban tekan sebelum mengalami kerusakan. Beton yang dirancang harus memenuhi persyaratan kuat tekan rata-rata berdasarkan data deviasi standar hasil uji kuat tekan beton pada umur 28 hari. Persyaratan kuat tekan didasarkan pada hasil uji kuat tekan. Sifat beton pada umumnya lebih baik jika kuat tekannya lebih tinggi, dengan demikian untuk meninjau mutu beton biasanya dilakukan dengan meninjau kuat tekannya (Rahmat, Irna Hendriyani,

2016). Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton meliputi rasio air-semen, kualitas bahan baku, komposisi campuran, dan penggunaan bahan tambahan.

Beton bertipe kuat tekan yang tinggi sangat diperlukan pada konstruksi yang memerlukan tingkat ketahanan dan keandalan yang superior, contohnya pada bangunan bertingkat maupun jembatan. Saat proses pencampuran beton, kombinasi air dan semen menghasilkan perekat atau matriks yang berfungsi untuk mengisi rongga-rongga pada agregat halus, melapisi lapisan luar agregat halus serta kasar, dan menyatukan seluruhnya menjadi satu kesatuan. Beton konvensional didefinisikan sebagai beton dengan bobot jenis $2200-2500 \text{ kg/m}^3$, yang dibuat menggunakan agregat alami baik yang sudah dipecah maupun yang utuh. Mutu beton ditentukan oleh banyak faktor antara lain:

- a. Faktor Air Semen (FAS)
- b. Perbandingan bahan-bahannya
- c. Mutu bahan-bahannya
- d. Susunan butiran agregat yang dipakai
- e. Ukuran maksimum agregat yang dipakai
- f. Bentuk agregat

Adapun kelebihan dari beton:

- a. Harganya relative murah
- b. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan keperluan konstruksi.
- c. Mampu memikul beban yang berat.
- d. Tahan terhadap temperature yang tinggi dan biaya pemeliharaan dan perawatan yang kecil.

Adapun kekurangan dari beton:

- a. Bentuk yang sudah dibentuk sulit diubah.
- b. Pelaksanaan pekerjaannya membutuhkan ketelitian yang tinggi dan berat.
- c. Daya pantul surge yang besar.
- d. Beton mempunyai kuat Tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan, tulangan kasa (*Meshes*).

- e. Beton sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton.

2.2 Jenis – Jenis Beton

(Amna, 2014), Beton bisa diklasifikasikan menjadi tiga kelompok utama sesuai dengan bobot jenisnya, yakni beton berat, beton sedang, serta beton ringan. Selain itu, beton juga dapat dikategorikan berdasarkan komposisi bahan penyusunnya dan peran strukturalnya. Jenis-jenis beton lainnya pada dasarnya serupa dengan beton konvensional, dengan perbedaan utama terletak pada bahan aditif yang diterapkan.. Berikut jenis-jenis beton yang digunakan dalam beberapa konstruksi:

1. Beton Mortar

Bahan baku pembuatan beton mortar terdiri atas mortar, pasir, dan air. Ada tiga ragam mortar yang sering digunakan antara lain semen, kapur, dan lumpur. Beton mortar semen yang dipasangi anyaman tulangan baja didalamnya dikenal sebagai ferro cement. Beton ini memiliki kekuatan tarik dan daktilitas yang baik.

2. Beton Ringan

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara $2200 \text{ kg/m}^3 - 2400 \text{ kg/m}^3$ dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 Mpa

3. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m^3 . Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

4. Beton massa (*mass concrete*)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan

2.3 Karakteristik Beton

Untuk membuat beton yang baik, maka harus diperhitungkan dengan saksama cara memperoleh adukan beton segar (*fresh concrete*) yang baik dan beton keras (*hardened concrete*) yang dihasilkan juga baik. Beton yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama dan kedap air. Baik buruknya hasil pembuatan beton tergantung dari nilai perbandingan bahan dasar beton, sifat bahan dasarnya, cara pengadukan, pengerjaan, penuangan, pemadatan serta perawatan selama proses pengerasan. Terdapat beberapa karakteristik beton yang baik sebagai berikut (Alami & Termal, 2023):

1. Kepadatan yaitu memiliki struktur yang baik juga memiliki kepadatan yang baik sehingga mampu menopang beban bangunan konstruksi agar tidak mudah retak.
2. Kekuatan adalah salah satu standarisasi yang harus dipenuhi pada penggunaan untuk bangunan-bangunan konstruksi.
3. Tekstur yang dimiliki juga menentukan kualitasnya.
4. Parameter adalah salah satu hal yang perlu diperhatikan yang juga dapat mempengaruhi kualitas beton.
5. Beton memiliki perekatan antar material yang baik.

2.4 Material Penyusun Beton

Bahan campuran beton terdiri dari beberapa material yang dicampur menjadi satu, terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambah. Adapun material penyusun dari beton adalah:

2.4.1 Semen Portland

Semen portland adalah bahan pengikat hidrolik yang paling utama. Disebut sebagai pengikat hidrolik karena memiliki sifat adhesif (adhesi) dan kohesif (kohesi) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa padat, (Amalia Yunia Rahmawati, 2020). Semen merupakan serbuk yang halus yang digunakan sebagai perekat antara agregat kasar dengan agregat halus. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil/batu pecah) maka akan terbentuk

adukan yang biasa disebut beton. Penemu semen adalah Joseph Aspdin pada tahun 1824, seorang tukang batu kebangsaan Inggris. Dinamakan semen Portland, karena awalnya semen dihasilkan mempunyai warna serupa dengan tanah liat alam di Pulau Portland (Beton et al., 2022)

Semen dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu semen non-hidrolik dan semen hidrolik. Semen hidrolik adalah semen yang tidak dapat mengeras didalam air, namun semen tersebut memerlukan bantuan udara untuk dapat mengeras. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur. Sedangkan semen hidrolik memiliki kemampuan untuk mengikat dan mengeras dalam air, contohnya adalah semen teras, semen alam, dan semen Portland (Malasyi & Wesli, 2017), fungsi utama semen adalah sebagai perekat. Bahan - bahan semen terdiri dari batu kapur (gamping) yang mengandung senyawa: Calsium Oksida (CaO), lempung atau tanah liat (clay) adalah bahan alam yang mengandung senyawa: Silika Oksida (SiO_2), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3) dan Magnesium Oksida (MgO), (Hidayat et al., 2021)

Berdasarkan SK SNI 15-2049-2004, Semen Portland berdasarkan tipe penggunaannya dibagi menjadi 5 tipe, yaitu sebagai berikut ini.

1. Tipe I, yaitu Semen Portland untuk konstruksi umum yang penggunaan tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain
2. Tipe II, yaitu Semen Portland untuk konstruksi yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang
3. Tipe III, yaitu Semen Portland untuk konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi
4. Tipe IV, yaitu Semen Portland untuk konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah
5. Tipe V, yaitu Semen Portland untuk konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat

Tabel 2.1 Bahan-bahan utama penyusun semen semen Portland dapat dilihat pada (Tjokrodimulyo, 2007)

Oksida	Kadar Rata-Rata (%)
Kapur CaO	60-65
Silikas, SiO ₂	17-25
Alumina AL ₂ O ₃	3-8
Besi, Fe ₂ O ₃	0,5-6
Magnesia, MgO	0,5-4
Sulfur, SO ₃	1-2
Soda atau Potash, Na ₂ O+K ₂ O	0,5-1

2.4.2 Agregat Kasar



Gambar 2.1 Agregat Kasar

Agregat kasar, berupa partikel inert berukuran 5-40 mm seperti kerikil atau batu pecah, membentuk kerangka utama beton dengan kontribusi 50-70% volume, memberikan kekakuan dan mengurangi penyusutan. Sifat idealnya mencakup bentuk angular untuk ikatan kuat, modulus elastisitas 20-50 GPa, dan kandungan kimia rendah (<0,1% sulfat) guna mencegah kerusakan. Ukuran maksimum 20 mm memastikan workability, meski berlebih bisa kurangi kuat tekan hingga 10%. Standar SNI 03-1968-1990 menuntut kebersihan (<1% lumpur), kepadatan 2,4-2,7 g/cm³, dan uji ASTM C33 untuk gradasi serta keausan <40%. Agregat berkualitas ini tingkatan kuat tekan 25-30 MPa pada mutu K-225.

Menurut SNI 03-2847-2002, agregat kasar dalam penggunaannya harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Butir-butir keras yang tidak berpori serta bersifat kekal yang artinya tidak pecah karena pengaruh cuaca seperti sinar matahari dan hujan
2. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila melebihi maka harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan
3. Tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak batuan seperti zat-zat yang reaktif terhadap alkali
4. Agregat kasar yang berbutir pipih hanya dapat digunakan apabila jumlahnya tidak melebihi 20% dari berat keseluruhan

Ukuran agregat dalam prakteknya secara umum digolongkan ke dalam 3 kelompok yaitu:

1. Batu, jika ukuran butiran lebih dari 40 mm.
2. Kerikil, jika ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm.
3. Pasir, jika ukuran butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm.

Agregat kasar menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia perlu diuji ketahanannya terhadap keausan (dengan mesin Los Angeles) (Ii, 2013). Persyaratan mengenai ketahanan agregat kasar beton terhadap keausan ditunjukkan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Persyaratan Kekerasan Agregat Kasar (SNI 03-2834-1992)

Kekuatan Beton	Maksimum Bagian Yang Hancur Dengan Mesin Los Angeles, Lolos Ayakan 1,7 mm(%)
Kelas I (Sampai 10 Mpa	50
Kelas II (Sampai 10 Mpa - 20 Mpa)	40
Kelas III (Diatas 20 Mpa	27

Tabel 2.3 Batas-Batas Gradasi Agregat Kasar (SNI 03-2834-1992)

Ukuran Saringan	Persentase Berat Yang Lolos Saringan	
	5-38 (mm)	5-18 (mm)
38,0 mm	90-100	100
19,0 mm	35-70	90-100
9,6 mm	10-40	70-85
4,8 mm	0-5	0-10

2.4.3 Agregat Halus

**Gambar 2.2** Agregat Halus

Agregat halus merupakan bahan granular berukuran kecil yang digunakan dalam campuran beton untuk mengisi ruang di antara agregat kasar dan semen. Biasanya, agregat halus terdiri dari pasir alami atau pasir buatan dengan ukuran partikel antara 0,075 mm hingga 4,75 mm sesuai standar yang berlaku (Basman et al., 2025). Peran utama agregat halus adalah meningkatkan kepadatan beton dengan mengisi celah-celah antar agregat kasar, sehingga beton menjadi lebih kuat. Selain itu, agregat halus juga membantu memperbaiki kelancaran proses pengerjaan beton serta mengurangi kebutuhan semen, sehingga dapat menekan biaya produksi beton. Menurut SNI 03-2847-2002, persyaratan agregat halus secara umum Adalah sebagai berikut:

1. Agregat halus terdiri dari butir-butir taham dan keras
2. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5%, maka pasir harus di cuci

SNI 03-2834-1992 mengklasifikasikan distribusi ukuran butiran agregat halus menjadi empat daerah atau zone yaitu: zona I (kasar), zona II (agak kasar), zona III (agak halus) dan zona IV (halus) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel:

Tabel 2.4 Batas-Batas Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2834-1992)

Ukuran Saringan	Persentase Berat Yang Lolos Saringan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
9,60 mm	100	100	100	100
4,80 mm	90-100	90-100	90-100	90-100
2,40 mm	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20 mm	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60 mm	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30 mm	5-20	60-79	12-40	15-50
0,15 mm	0-10	80-100	0-10	0-15

2.4.4 Air

Air menjadi salah satu elemen pembentuk beton yang esensial untuk berinteraksi secara kimia dengan semen, sekaligus bertindak sebagai pembasah antar partikel agregat sehingga memudahkan proses pengolahan dan pemadatan. Air berperan sebagai faktor kunci dalam mencapai tingkat kealiran yang diperlukan agar beton dapat diaplikasikan dengan efektif. Besaran air yang dipakai jelas dipengaruhi oleh karakteristik bahan-bahan yang terlibat. Air dengan tingkat kontaminan yang tinggi berpotensi menghambat tahap hidrasi atau mengurangi daya tahan beton secara keseluruhan, (Ii, 2013). Pengaruh kotoran secara umum dapat menyebabkan:

1. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan.
2. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan.
3. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
4. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.
5. Bercak-bercak pada campuran beton.

SNI 03-2847-2002 menjelaskan air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-

bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan organis lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya. (Iii & Teori, 1990). Kandungan garam-garam yang dapat merusak beton maksimal 15 gr/lt, tidak mengandung khlorida lebih dari 0,5 gr/lt, serta kandungan senyawa sulfat maksimal 1 gr/lt. Secara umum, air dinyatakan memenuhi syarat untuk dipakai sebagai bahan pencampur beton, apabila dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang menggunakan air suling. Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut ini.

1. Tidak mengandung organik (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organic, dll) lebih dari 15 gram/liter
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

2.5 Bahan Tambah

Bahan tambah dalam konteks beton adalah bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton selain dari komponen utamanya yaitu semen, air, dan agregat. Penambahan bahan tambah dapat dilakukan sebelum, selama, atau setelah proses pengadukan beton dengan tujuan mengubah satu atau beberapa sifat beton, baik dalam keadaan segar maupun setelah mengeras. Bahan tambah beton, atau admixtures, merujuk pada zat kimia atau mineral yang dicampurkan ke dalam adukan beton dalam jumlah kecil (kurang dari 5% berat semen) untuk mengubah sifat campuran segar (seperti *workability*) atau beton mengeras (seperti kuat tekan dan durabilitas).

Bahan tambah diklasifikasikan berdasarkan fungsi utama, sesuai standar ASTM C494 dan SNI 15-0320-1990, yang menekankan kompatibilitas dengan semen Portland untuk menghindari efek samping seperti penurunan kuat. Adapun bahan tambah dibagi menjadi dua kategori utama yaitu bahan tambah kimiawi dan bahan tambah mineral (*Pozzolan*).

- A. Bahan tambah kimiawi: mencakup peningkatan *workability* tanpa tambah air, percepatan atau perlambatan pengikatan, serta peningkatan ketahanan terhadap faktor lingkungan.
- B. Bahan tambah mineral (*pozzolanic*): Dalam beton *pozzolan*, bahan tambah mineral seperti fly ash atau silica fume menggantikan sebagian semen (10-30%), menghasilkan ikatan C-S-H tambahan yang lebih padat, sehingga kuat tekan bisa naik 10-20% pada umur 28 hari sambil mengurangi permeabilitas hingga 50%.

2.5.1 Abu Daun Pisang sebagai Pozzolan

Tabel 2.5 Komposisi Kimia Abu Daun Pisang

Unsur Kimia	Komposisi dalam Persen (%)
Silikon Diosida (SiO_2)	48,70
Iron Oksida (Fe_2O_3)	1,40
Aluminium Oksida (Al_2O_3)	2,60
Sodium Oksida (Na_2O)	0,21
Kalsium Oksida (CaO)	21,30
Magnesium Oksida (MgO)	0,96
Kalium Oksida (K_2O)	1,91
Sulfur Dioksida (SO_2)	1,32
Zine Oksida (ZnO)	0,82
Loss of Ignition	5,06

Sumber: (Pelepah et al., 2022)

Pisang adalah tumbuhan hidup yang biasa ditemukan di daerah tropis, salah satunya yaitu berada di negara Indonesia yang memiliki berbagai macam jenis tanaman pisang. Tanaman pisang sangat di minati oleh masyarakat mulai dari batangnya, buahnya hingga daunnya juga dapat di manfaatkan. Abu daun pisang (BLA) adalah bahan yang memiliki variasi kimia yang dihasilkan dari proses pembakaran daun pisang. Salah satu unsur kimianya yang paling mencolok adalah silika (SiO_2), khususnya dalam bentuk amorf. Silika berperan penting dalam meningkatkan reaktivitas pozolan, sehingga BLA sangat berharga untuk aplikasi semen, juga BLA mengandung sejumlah

kecil aluminium oksida (Al_2O_3), yang dapat mempengaruhi reaktivitas dan potensi dalam beton, (Charles et al., 2025)

Abu daun pisang, yang diperoleh dari pembakaran daun pisang pada suhu sekitar $400-600^\circ\text{C}$, berfungsi sebagai pozzolan alami yang kaya akan silika amorf ($\text{SiO}_2 >50-70\%$) dan alumina (Al_2O_3 5-15%), sehingga mampu bereaksi dengan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dari hidrasi semen untuk menghasilkan gel kalsium silikat hidrat (C-S-H) tambahan. Dalam konteks beton berkelanjutan, abu ini dapat menggantikan 5-20% semen Portland, mengurangi emisi CO_2 hingga 15-25% (Teknologi et al., 2024).

2.5.2 Pozzolan

Pozzolan adalah bahan alam atau batuan yang sebagian besar terdiri dari unsur - unsur silikat dan aluminat yang relatif. Pozzolan sendiri tidak mempunyai sifat semen, tetapi dalam keadaan halus (lolos ayakan 0,21 mm) beraksi dengan air dan unsur kapur pada suhu normal ($24 - 27^\circ\text{C}$) menjadi suatu massa padat yang tidak larut dalam air. *Pozzolan* dapat dipakai sebagai bahan tambah atau sebagai pengganti semen Portland. Bila dipakai sebagai pengganti semen Portland, umumnya berkisar antara 10% sampai 35% berat semen. Bahan tambahan ini dapat membuat beton lebih tahan terhadap garam, sulfat dan air asam. Menurut (Hardiputranto et al., 2021) Abu pembakaran limbah pertanian umumnya mengandung silika karena limbah tersebut mengandung serat. Di mana jika pozzolan tersebut bercampur dengan semen, maka akan bereaksi menghasilkan daya lekat pada campuran beton.

Salah satu alternatif dalam membuat beton lebih kedap terhadap air serta memperkuatnya adalah dengan penambahan *pozzolan*. (Pelepah et al., 2022), Pozzolan adalah bahan tambahan yang berasal dari alam atau batuan, yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika.. *Pozzolan* dapat ditambahkan pada campuran adukan beton dan mortar untuk memperbaiki keenceran dan membuat beton menjadi lebih kedap air. *Pozzolan* dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

- a) *Pozzolan* alam yaitu bahan alam yang merupakan sedimentasi dari abu atau larva gunung yang mengandung silika aktif

- b) *Pozzolan* buatan yang merupakan sisa pembakaran, maupun pemanfaatan limbah yang diolah menjadi abu yang mengandung silika reaktif dengan proses pembakaran, seperti abu terbang (fly ash), silika fume dan lain-lain

Tabel 2.6 Standar Kandungan Pozzolan ASTM C-168

Kandungan Kimia	ASTM C-618		
	Kelas F	Kelas C	Kelas N
SiO ₂	-	-	-
Al ₂ O ₃	-	-	-
Fe ₂ O ₃	-	-	-
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Min 70%	Min 50%	Min 70%
O ₃	-	-	-
CaO	Max 5%	Max 5%	Max 5%
MgO	-	-	-
TiO ₂	-	-	-
K ₂ O	-	-	-
Na ₂ O	-	-	-
SO ₂	Max 5%	Max 5%	Max 4%
LOI	Max 6%	Max 6%	Max 10%
Moisture Content	Max 3%	Max 3%	Max 3%
Available Alkali	Max 1,5%	Max 1,5%	Max 1,5%

Sumber: (Pelepah et al., 2022)

2.6 Jenis – Jenis Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat dilakukan untuk pengujian karakteristik material yakni, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil) untuk memperoleh data hasil pengujian dari pencampuran material dan dilakukan pengujian kuat tekan beton. Adapun beberapa pengujian material yang dilakukan antarlain:

1. Analisa Saringan

Analisa saringan adalah pengelompokan besar butir analisa agregat kasar dan agregat halus menjadi komposisi gabungan yang ditinjau berdasarkan saringan, hasil analisis saringan agregat halus dan agregat kasar dilakukan untuk mengetahui batas gradasi agregat tersebut (Hidayat et al., 2021). Adapun ukuran saringan dengan ukuran No ½, 1, ¾, 3/8, No 4, No 8, No 16, No 30, No 50, No 100, No 200 dan pan.

2. Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan berat jenis agregat halus dimaksudkan untuk menentukan berat jenis agregat halus dan penyerapan agregat halus berdasarkan prosedur SNI NO:1737-1989 (ASTM C128).

Perhitungan:

$$\text{Bulk specific gravity} = \frac{A}{B-500-C}$$

$$\text{Bulk specific gravity (SSD)} = \frac{500}{B+500-C}$$

$$\text{Apparent specific gravity} = \frac{A}{B+A-C}$$

$$\text{Absorption (penyerapan)} = \frac{500-A}{A}$$

Keterangan:

SSD = Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan

A = Berat Contoh Kering

B = Berat Labu + Air Temperature 28°C

C = Berat Labu + Contoh (SSD) + Air Temperature 28°C

3. Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar dilakukan untuk mengetahui berat jenis agregat kasar dan kemampuannya menyerap air. Berdasarkan prosedur SNI-03-1969-1990.

Perhitungan:

$$\text{Bulk specific gravity} = \frac{A}{B-C}$$

$$\text{Bulk specific gravity (SSD)} = \frac{500}{B-C}$$

$$\text{Apparent specific gravity} = \frac{A}{A-C}$$

$$\text{Absorption (penyerapan)} = \frac{B-A}{A} \times 100\%$$

4. Pemeriksaan Bobot Isi Agregat

Berdasarkan SNI 03-4804-1998, dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui berat isi lepas dan padat.

Perhitungan:

$$\text{Berat Isi Lepas} = \frac{B-A}{V}$$

$$\text{Berat Isi Padat} = \frac{B-A}{V}$$

Keterangan:

A = Berat Container (gr)

B = Berat Container + Isi (gr)

C = Volume Container (cm³)

5. Pemeriksaan Kadar Air Agregat

Pemeriksaan kadar air agregat dilakukan untuk menentukan kadar air yang terkandung dalam agregat. Berdasarkan SNI 03-1971-1990 dengan tujuan untuk memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat.

Perhitungan:

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_5}$$

Keterangan:

W_3 = Berat contoh semula

W_5 = Berat contoh kering

6. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat

Berdasarkan pemeriksaan kadar lumpur dan lempung agregat halus dan agregat kasar SNI 03-4143-1991, dengan tujuan untuk mengetahui kandungan lumpur/lempung dalam agregat.

Perhitungan:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat cawan kosong untuk masing-masing benda uji (gr)

B = Berat cawan benda uji bersih kering oven (gr)

7. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar dengan tujuan untuk mengetahui berat jenis agregat kasar dan kemampuannya menyerap air menurut SNI 03-1969-1990 (ASTM C127)

Perhitungan:

$$\text{Bulk specific gravity} = \frac{AC}{A-B}$$

$$\text{Bulk specific gravity (SSD)} = \frac{A}{A-B}$$

$$\text{Apparent specific gravity} = \frac{C}{C-B}$$

$$\text{Absorption (penyerapan)} = \frac{A-C}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

- A = Berat contoh SSD
- B = Berat contoh dalam air
- C = Berat Contoh Kering Oven

2.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton didefinisikan sebagai rasio antara beban yang diterapkan terhadap luas penampang material tersebut. Rancangan beton harus memenuhi kriteria kuat tekan rata-rata berdasarkan data deviasi standar dari hasil pengujian kuat tekan pada usia 28 hari. Standar kuat tekan ini ditentukan dari hasil uji kuat tekan secara keseluruhan. Karakteristik beton secara umum akan semakin optimal seiring dengan kenaikan nilai kuat tekannya, sehingga penilaian kualitas beton sering kali difokuskan pada parameter kuat tekan ini, (Rahmat, Irna Hendriyani, 2016). Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton tersebut yaitu: rasio air semen, jenis semen dan bahan tambah yang digunakan, agregat, air, kondisi kelembapan udara saat masa perawatan benda uji, serta umur beton saat diuji. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah sebagai berikut

$$f = \frac{P}{A},$$

Dimana: f = Kuat tekan (kg/m^2), P = Gaya tekan (kg), A = Luas Penampang (cm^2)

2.8 Penelitian Terdahulu

Adapun Upaya peneliti mencari penelitian terdahulu yang relevan dengan judul sehingga dapat dijadikan perbandingan dan bisa menemukan ide atau gagasan yang baru untuk penelitian selanjutnya.

1. Pemanfaatan Pelepah Pisang Geda Desa Jejawi Sebagai Bahan Tambah Alternatif Kuat Tekan Beton, (Pelepah et al., 2022)

Studi ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas abu pelepah pisang sebagai aditif dalam uji kuat tekan beton, di mana hasil pengujian menunjukkan peningkatan nilai kuat tekan dari kondisi normal ke varian dengan 2% abu pisang Geda, yakni dari 225,54 kg/cm^2 menjadi 236,27 kg/cm^2 (peningkatan sebesar 4,76%), diikuti penurunan pada campuran 2,5% mencapai 217,99 kg/cm^2 , serta penurunan lebih lanjut pada

campuran 5% menjadi 203,13 kg/cm². Dengan demikian, dapat dirangkum bahwa penambahan abu pisang Geda dari Desa Jejawu sebanyak 2% berpotensi sebagai opsi pengganti yang efektif untuk memperkuat kuat tekan pada beton berkualitas K225.

2. Uji Eksperimental Pemanfaatan Limbah Abu Daun Pisang Pada Beton Interlock Sebagai Dinding Penahan Oprit Jembatan, (Teknologi et al., 2024)

Penggunaan abu daun pisang sebagai limbah atau Banana Leaf Ash (BLA) mampu meningkatkan nilai rata-rata kuat tekan beton, mencapai puncak 33 MPa pada proporsi 1%, meskipun kuat tarik belah rata-rata mengalami penurunan di tingkat 4,5% sebelum naik kembali pada 8%. Temuan dari uji coba mengindikasikan bahwa integrasi abu daun pisang atau BLA paling efektif untuk formulasi beton interlock terletak pada variasi 1%, berkat performa kuat tekan yang superior dibandingkan opsi lainnya. Beton interlock ini sanggup menanggung beban hingga 1942,83 kg serta menahan gaya geser sebesar 22,957 ton/m². Konfigurasi desain beton interlock menunjukkan kemampuan geser yang cukup untuk mengatasi beban yang diterapkan. Variasi pada defleksi disebabkan oleh kerusakan retak pada spesimen uji 2 sebelum pengujian, yang disebabkan oleh kesalahan dalam proses pelepasan dari cetakan.

3. Analisis Dan Karakterisasi Potensi *Pozzolan* Sebagai Sumber Silika (SiO₂) Untuk Meningkatkan Nilai Sumber Daya Lokal, (Desfitri et al., 2022)

Dari temuan penelitian ini, analisis menggunakan teknik XRF dan XRD terhadap pozzolan di Kabupaten Padang Pariaman mengungkap bahwa unsur dominan meliputi SiO₂, Al₂O₃, K₂O, CaO, P₂O₅, serta Fe₂O₃. Adanya senyawa-senyawa ini dikonfirmasi melalui pola difraksi yang terdeteksi dalam hasil XRD. Komposisi utama pozzolan didominasi oleh SiO₂ dengan kandungan rata-rata 62,56%, diikuti Al₂O₃ sebesar 13,34% dan K₂O sebesar 7,88%. Tingkat SiO₂ ini lebih unggul dibandingkan sumber silika lain, seperti pasir Tablolong (36,47%), batuan trass (40-56%), fly ash (45,38%), batu apung (48%), maupun pozzolan yang diidentifikasi oleh Bouyahyaoui et al. (hanya 37,47%). Analisis XRF secara keseluruhan menegaskan dominasi silika pada pozzolan asal Kabupaten Padang Pariaman. Oleh karena itu, berdasarkan evaluasi

kualitatif dan kuantitatif via XRD serta XRF, pozzolan dari wilayah tersebut berpotensi besar sebagai bahan baku silika.

4. Kinerja Mortar Dengan Susbsitusi Abu Sekam Padi Sebagai Bahan *Pozzolanan*, (Basman et al., 2025)

Penggunaan abu sekam padi (ASP) dalam mortar menunjukkan bahwa proporsi 10% sampai 20% dapat menjaga kekuatan tekan yang baik hingga usia tua dan menghasilkan porositas yang relatif sedikit. ASP20 memberikan performa terbaik dengan daya tekan tinggi dan struktur mikro yang padat, sedangkan ASP30 menunjukkan peningkatan porositas yang signifikan dan penurunan daya tekan yang drastis. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan ASP dalam tingkat optimal dapat dijadikan sebagai pilihan bahan tambahan semen yang mendukung efisiensi material dan keberlanjutan dalam konstruksi.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, tentang abu daun pisang sebagai bahan subsitusi *pozzolan*, karena memiliki kandungan SiO_2 yang tinggi. Proporsi subsitusi yang optimal bervariasi tergantung pada jenis abu, kualitas pembakaran, komposisi kimia, dan mutu beton rencana. Dimana dapat dilihat pada penelitian terdahulu tentang penggunaan abu daun pisang sebagai bahan dinding oprit penahan jembatan menggunakan variasi dibawah 1% menghasilkan kuat tekan yang tinggi, namun untuk kuat tarik belah variasi 4,5% mengalami penurunan, sehingga peneliti tertarik untuk mengambil judul tersebut untuk menguji kuat tekan beton dengan variasi 0%,2%, 4%,6%. Adapun alasan peneliti mengambil variasi tersebut karena untuk mengetahui titik optimum dimana terjadi peningkatan kekuatan tanpa efek yang negatif jika dilakukan dengan benar.