

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya krikil dan pasir) semen dan air. (*Wikipedia*).

Beton umum digunakan konstruksi karena mempunyai banyak keuntungan antara lain bahan baku yang mudah didapat, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, mampu memikul beban berat, biaya pemeliharaan yg kecil, mempunyai kuat desak besar. Namun beton juga mempunyai kekurangan antara lain, mempunyai kuat tarik lemah atau rendah yang menyebabkan beton akan menjadi retak-retak sehingga perlu diberi bahan tambahan untuk dapat mengatasi masalah ini.

Admixture adalah zat yang ditambahkan pada beton untuk mendapatkan sifat tertentu atau menambahkan sifat yang sudah ada. Bahan tambah ini dapat digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton, seperti: Kemudahan pengerjaan, Penghematan energi, Meningkatkan keawetan beton, Meningkatkan ketahanan terhadap gangguan luar, Menghasilkan warna tertentu pada beton. (*SNI 2847-2013*)

Menurut ACI Committee 212.1R-81, jenis bahan tambah untuk beton dikelompokkan dalam 5 (lima) kelompok yaitu: *accelerating, air- entraining, water reducer and set- controlling, finely divided mineral dan miscellaneous*.

Bahan tambahan dalam beton dibagi menjadi dua, yaitu bahan tambah kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah mineral (*additive*). Bahan

tambah kimiawi ditambahkan saat pengadukan atau pengecoran, dan lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja pelaksanaan. Sementara itu, bahan tambah mineral ditambahkan saat pengadukan, dan lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kekuatannya.

Pada saat ini bahan tambah mineral (*additive*) lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja tekan beton, sehingga bahan tambah mineral ini cenderung bersifat penyemenan. Beberapa bahan tambah mineral yang ditambahkan dalam campuran beton adalah *pozzollan*, *fly ash*, *slag*, dan *silica fume*. Bagi Sebagian orang atau masyarakat awam untuk mendapatkan zat *additive* tidak mudah dan mahal. Sehingga membutuhkan bahan tambah alternatif yang mudah didapatkan, harga terjangkau, dan pemanfaatan bahan yang tidak terpakai. Oleh karena itu dalam penelitian ini dicoba menggunakan bahan tambah berupa abu ampas kopi yang mudah didapat dan harga terjangkau.

Semen merupakan bahan pengikat agregat dalam pembuatan beton. Semen yang bereaksi dengan air, selain menghasilkan *Calcium Silicate Hydrate* (CSH) juga menghasilkan senyawa sampingan yaitu kalsium hidroksida (Ca(OH)_2). Senyawa Ca(OH)_2 memberi dampak buruk terhadap kualitas beton. Untuk mengatasinya, dalam adukan beton ditambah bahan posolan (*pozzolanic material*) yang mengandung silika (SiO_2) yang akan bereaksi dengan Ca(OH)_2 untuk menghasilkan CHS sekunder. Material posolanik organik dapat berupa limbah industri pangan (*agro waste*). Salah satu limbah *agro waste* yang belum termanfaatkan dengan baik adalah ampas kopi (Alkhaly and Syahfitri 2017).

Limbah abu ampas kopi berpotensi dan dapat dimanfaatkan, salah satunya

sebagai campuran beton. Penggunaan abu ampas kopi sebagai bahan substitusi terhadap semen, pada campuran beton sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton yang dihasilkan.

Hartini (2021:59) menjelaskan beberapa unsur yang terdapat pada limbah ampas kopi juga sama seperti unsur yang terkandung didalam semen yaitu kalsium dan kalium, sehingga memungkinkan adanya reaksi antara limbah ampas kopi pada campuran beton.

Akan tetapi limbah ampas kopi tidak dapat banyak keuntungan jika digunakan dalam campuran beton dengan skala besar atau jumlah yang banyak, karena tidak memiliki kandungan silika sehingga tidak memungkinkannya digunakan dalam jumlah yang banyak. Kandungan silika adalah pengikat yang sangat penting didalam beton. Akan tetapi penggunaan dalam jumlah kecil dapat memungkinkannya, dikarenakan kuat tekan dalam presentase limbah abu ampas kopi dalam jumlah kecil meningkat dari beton normal (Hartini 2021:59).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah

1. Bagaimana pengaruh ampas kopi sebagai bahan substitusi semen terhadap beton.
2. Bagaimana nilai kuat tekan beton dari penggunaan ampas kopi sebagai bahan substitusi semen.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada limbah abu ampas kopi jenis arabika yang

didapat dari coffe shop sebagai bahan substitusi semen.

2. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari masing- masing 3 buah untuk setiap variasi beton dengan benda uji silinder 15 x 30cm. Kemudian dikonversi ke 14, 21, dan 28 hari.
3. Perencanaan campuran menggunakan standar SNI 03-2834-2000.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari pemanfaatan ampas kopi sebagai bahan substitusi semen pada campuran beton.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberi pembuktian apakah limbah ampas kopi dapat digunakan sebagai bahan substitusi semen sehingga limbah yang dihasilkan dalam kehidupan sehari hari dapat dimanfaatkan untuk campuran beton.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Yang Relevan

Berdasarkan hasil dari eksplorasi, Penulis menemukan beberapa penelitian terdahulu yang relevan sebagai perbandingan dengan penelitian ini. Adapun beberapa penelitian terdahulu yaitu :

1. Penelitian yang dilakukan oleh S.wimaya (2020) dengan judul “*Modifikasi Beton Fc 9,8 Mpa Menggunakan Abu Ampas Kopi*”. S. Wimaya menjelaskan beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan pada struktur bangunan. Semen merupakan penyusun utama beton yang kebutuhannya semakin meningkat. Perluasan kedai kopi di Kota Kediri mengakibatkan peningkatan volume limbah ampas kopi yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti semen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai uji slump, uji kuat tekan, dan uji daya serap penambahan abu ampas kopi pada benda uji beton dengan menggunakan silinder berukuran 15cm x 30cm dengan kualitas beton sebanyak 5 buah. K-125 atau setara dengan fc '9.8 Mpa. Hasil uji slump dengan persentase 4%, 8%, 12% yaitu 2.5 cm, 0.5 cm dan 2.5 cm. Hasil uji kuat tekan beton dengan persentase 4% didapatkan hasil kuat tekan fc '10 .51 Mpa atau setara dengan K125 persentase 8% menghasilkan kuat tekan fc '8,39 dan persentase 12% menghasilkan kekuatan tekan fc '7,56 Mpa setara dengan K100. Hasil pengujian daya serap air selama 28 hari menghasilkan nilai rata-rata 0,32 kg, 0,25 kg, 0,15 kg, dan 33 kg.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Yulius Rief Alkhaly (2016) dengan judul

“Studi Eksperimen Penggunaan Abu Ampas Kopi Sebagai Material Pengganti Parsial Semen Pada Pembuatan Beton”. Yulius Rief Alkhaly menjelaskan semen merupakan bahan pengikat agregat dalam pembuatan beton. Semen yang bereaksi dengan air, selain menghasilkan Calcium Silicate Hydrate (CSH) juga menghasilkan senyawa sampingan yaitu kalsium hidroksida (Ca(OH)_2). Senyawa Ca(OH)_2 memberi dampak buruk terhadap kualitas beton. Untuk mengatasinya, dalam adukan beton ditambah bahan posolan (pozzolanic material) yang mengandung silika (SiO_2) yang akan bereaksi dengan Ca(OH)_2 untuk menghasilkan CHS sekunder. Material posolanik organik dapat berupa limbah industri pangan (agro waste). Salah satu limbah agro waste yang belum dimanfaatkan dengan baik adalah ampas kopi. Pada penelitian ini, abu ampas kopi digunakan sebagai material pengganti sebagian semen. Ampas kopi yang digunakan dibakar dalam furnace pada suhu 700°C dan kemudian diayak dengan saringan No. 200 ($75\ \mu\text{m}$). Material lain yang digunakan adalah kerikil berasal dari desa Krueng Sawang dan semen Andalas Tipe I. Benda uji berbentuk silinder dengan dimensi $150\ \text{mm} \times 300\ \text{mm}$ dengan masing-masing variasi 5 buah benda uji. Kuat tekan rencana beton normal 20 MPa dengan fas 0,484. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat umur beton 56 hari. Hasil pengujian berdasarkan persentase abu ampas kopi 5%, 10%, 15%, dan 25% terhadap volume semen didapat kuat tekan berturut-turut 26,085 MPa, 20,162 MPa, 20,080 MPa, dan 15,358 MPa. Sedangkan kuat tekan beton normal tanpa substitusi abu ampas kopi didapat sebesar 25,406

MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa penggantian parsial abuampas kopi sebesar 5% terhadap semen dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 2,67% dari beton normal. Selanjutnya, pada substitusi 10% dan 15%, hasil kuat tekan masih memenuhi kuat tekan rencana (f_c').

3. Penelitian yang dilakukan oleh Hartini. (2021) dengan judul "*Uji Kuat Tekan Beton Dengan Pemanfaatan Abu Ampas Kopi Sebagai Substitusi Parsial Semen*". Hartini menjelaskan beberapa unsur yang terdapat pada limbah ampas kopi juga sama seperti unsur yang terkandung dalam semen yaitu kalsium dan kalium, sehingga memungkinkan adanya reaksi antara limbah ampas kopi pada campuran beton. Akan tetapi limbah ampas kopi tidak dapat banyak keuntungan jika digunakan dalam campuran beton dengan skala besar atau jumlah yang banyak, karena tidak memiliki kandungan silika sehingga tidak memungkinkannya digunakan dalam jumlah yang banyak. Penelitian ini meneliti tentang pengaruh kuat tekan terhadap pemanfaatan abu ampas kopi sebagai substitusi parsial semen dalam campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan abu ampas kopi terhadap kuat tekan beton. Pada penelitian ini digunakan 4 variasi komposisi yaitu beton tanpa substitusi abu ampas kopi dan penambahan abu ampas kopi 2,5%, 5% dan 7,5% terhadap berat semen. Penelitian ini meliputi uji karakteristik dan kuat tekan beton yang dilakukan pada umur 3, 7 dan 28 hari, Dengan benda uji selinder dimensi 15 X 30 cm. Mutu rencana yaitu 20 MPa (200kg/cm^2). Hasil dari uji kuat tekan normal umur 3 hari sebesar 7,98

MPa, umur 7 hari sebesar 12,89 MPa, umur 28 hari sebesar 20,01 MPa. Pada presentase 2,5% hasil uji kuat tekan pada umur 3 hari sebesar 8,27 MPa, umur 7 hari sebesar 13,66 MPa, umur 28 hari sebesar 20,97 MPa. Pada presentase 7,5% hasil uji kuat tekan pada umur 3 hari sebesar 8,08 MPa, umur 7 hari sebesar 13,18 MPa, umur 28 hari sebesar 20,39 MPa. Dari hasil rata-rata uji kuat tekan umu 28 hari diperoleh bahwa presentase 2,5%, 5% dan 7,5% mengalami peningkatan berkisar 1,54%-5,24% terhadap nilai kuat tekan beton normal.(Hartini 2021)

4. Penelitian yang dilakukan Ataya Nabila Panjaitan, dkk (2021) dengan judul "*Pengaruh Abu Ampas Kopi Terhadap Kuat Tekan Beton, Porositas Sebagai Pengganti Semen Pada Pembuatan Beton*". Sebagaimana halnya limbah industri pangan yang lain, limbah ampas kopi mempunyai potensi dimanfaatkan sebagai material substitusi sebagian semen atau agregat halus yang bersifat pozzolan yang mengandung silica dan memiliki partikel yang halus. Bahan yang terdapat dari sisa pembakaran dari tungku maupun pemanfaatan limbah yang diolah menjadi abu yang mengandung silica aktif. Silica merupakan material yang mengandung kadar SiO₂ yang tinggi, sehingga jika ditinjau dari sifat mekaniknya, silica mengisi rongga diantara bahan semen. Pengisian rongga-rongga dalam beton ini berdampak pada peningkatan kuat tekan beton secara signifikan. Penggunaan silica dalam beton akan memberikan dampak peningkatan kuat tekan beton jauh lebih besar. Sisa-sisa dari pengolahan pangan terutama minuman ini termasuk material yang dapat digunakan sebagai

bahan tambah untuk kuat tekan beton. Pada penelitian ini abu ampas kopi digunakan sebagai material pengganti semen dengan persentase sebesar 5%, 10%, 15% dan 20%. Ampas kopi yang digunakan berupa abu dari ampas kopi yang kemudian diayak dengan menggunakan saringan nomor 100. Benda uji yang digunakan berbentuk selinder dengan dimensi ukuran yaitu 30 X 15 cm dengan masing-masing variasi menggunakan 5 buah sampel atau benda uji untuk pengujian kuat tekan dan porositas yang dilakukan pada saat umur beton 28 hari. Dari hasil penelitian didapatkan nilai kuat tekan beton normal adalah sebesar 25,10543 MPa. Dan nilai kuat tekan dengan campuran menggunakan ampas kopi pada campuran 5% sebesar 25,18956 MPa, pada presentasi 10% sebesar 20,79872 MPa, pada presentase 15% sebesar 17,10117 MPa, dan pada presentase 20% adalah sebesar 13,28807 MPa. Pada penelitian ini di dapatkan juga nilai porositas pada beton normal sebesar 0,592212%. Sedangkan dengan menggunakan campuran abu ampas kopi di dapatkan nilai porositas pada persentase 5% sebesar 0,690914%, pada persentase 10% sebesar 0,736974%, pada persentase 15% sebesar 0,756715% dan pada persentase 20% sebesar 0,789615%. Oleh karena itu dari penelitian ini didapatkan kesimpulan nilai kuat tekan pada beton yang menggunakan campuran abu ampas kopi mendapatkan nilai optimum pada penambahan 5%, karena pada persentase 10% nilai kuat tekan mengalami penurunan dari 25,18956 MPa menjadi 20,79872 MPa. Dan untuk nilai porositas pada penambahan ampas kopi mengalami kenaikan yang signifikan dari beton normal

sebesar 0,592212% menjadi 0,7899615% dan kemungkinan masih terus mengalami kenaikan pada penambahan persentase selanjutnya. Menurut Ataya, dkk dari hasil perhitungan yang di dapat pembuatan beton dengan $f'c$ 25 untuk perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan mengganti semen secara parsial dengan abu ampas kopi dan menggunakan takaran persentase yang berbeda tidak mendapatkan hasil yang baik. Maka dari itu hasil dari penelitian ini tidak dapat digunakan untuk pembuatan beton perkerasan kaku.(Ataya Nabila Panjaitan, Rizky Suci Ramadhani, and Ernie Shinta Y Sitanggang 2021)

5. Penelitian yang dilakukan Stefanus Dimas Jalu Bakara, dkk (2022) dengan judul "*Penggantian Parsial Semen Dari Ampas Kopi dan Agregat Kasar Dari Limbah Plastik PET Pada Campuran Beton*". Penelitian ini menggunakan campuran parsial ampas kopi untuk semen dan limbah plastik PET untuk agregat kasar dengan persentase sebesar AK 3% + P 0,3%, AK 5% + P 0,3%, AK 5% + P 0,6%, AK 10% + P 0,6% dan beton normal. Benda uji yang digunakan berbentuk selinder dengan dimensi ukuran yaitu 30 X 15 cm dengan masing-masing variasi menggunakan 3 buah sempel atau benda uji untuk pengujian kuat tekan pada umur 7 hari kemudian dikonversi ke 28 hari. Dari hasil penelitian didapatkan nilai kuat tekan beton normal pada umur konversi 7 hari ke 28 hari adalah sebesar 22,10 MPa, 19,6 MPa, 11,99 MPa, 1,75 MPa, 21,76 MPa. Dengan nilai tertinggi 22,10 MPa dan nilai terendah 1,75 MPa. Dapat disimpulkan bahwa semakin banyak digunakan ampas kopi maupun limbah plastik,

tidak dapat menaikkan nilai kuat tekan beton rencana.(Jalu Baskara 2022).

2.2 BETON

Beton adalah campuran antara semen Portland dan semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*Admixture*) yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari.(SNI 03-2847, 2013). Menurut (SK SNI T 15-1991-03), beton adalah campuran portland cement (pc), agregat halus dan agregat kasar dan air. Sedangkan menurut (Tjokrodimuljo 2007), beton adalah suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambahan lain (*Admixture*) dengan perbandingan tertentu. Karena beton adalah komposit, maka kualitas beton tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk.

Secara umum penggunaan beton mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan,sebagai berikut:

Kelebihan beton sebagai berikut:

1. Kekuatan tinggi: Beton memiliki kekuatan tekan yang sangat baik, membuatnya cocok untuk konstruksi bangunan tinggi dan struktur berat.
2. Daya tahan: Beton tahan terhadap air, api dan berbagai kondisi lingkungan, sehingga memiliki umur yang sangat panjang.
3. Fleksibilitas bentuk: Beton dapat dicetak dalam berbagai bentuk dan ukuran sesuai kebutuhan.
4. Perawatan minimal: Setelah mengeras dengan baik, beton memerlukan

perawatan yang relative sedikit.

5. Biaya efektif: Dalam jangka panjang, penggunaan beton sering kali lebih ekonomis disbanding material lain.

Kekurangan beton sebagai berikut:

1. Berat: Struktur beton cenderung berat, yang dapat menjadi masalah untuk beberapa jenis konstruksi.
2. Kekuatan tarik rendah: Beton memiliki kekuatan tarik yang relatif rendah dibandingkan kekuatan tekannya.
3. Waktu pengerasan: Beton membutuhkan waktu untuk mengeras dan mencapai kekuatan maksimal.
4. Keretakan: Beton dapat mengalami keretakan akibat penyusutan, perubahan suhu, atau beban terlebih dahulu.
5. Dampak lingkungan: Produksi semen untuk beton menghasilkan emisi **CO2** yang signifikan.
6. Sulit dimodifikasi: Setelah mengeras, beton sulit untuk diubah atau diperbaiki tanpa mengganggu struktur.

2.3 Material Penyusun Beton

Secara umum material penyusun beton yang digunakan dalam konstruksi terdiri atas semen, air, pasir (agregat halus) dan krikil (agregat kasar). Akan tetapi banyak juga bahan-bahan tambahan yang dapat di jumpai seperti bahan kimia dan lainnya. Material penyusun beton antara lain sebagai berikut :

2.3.1 Semen

Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk

suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun sebagai bahan pengikat maka peranan semen sangat penting. Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan (Ichsan, Tanjung, and Hasibuan n.d.)

Salah satu ciri khusus semen portland adalah dapat mengeras apabila bersentuhan dengan air dan berubah menjadi benda padat yang tidak larut dalam air, inilah mengapa semen portland disebut dengan bahan perekat hidrolis.

Bahan baku portland semen memiliki tekstur berupa serbuk halus, Yang dihasilkan dengan cara menggiling terak/*clinker* yang mengandung senyawa kalsium silikat dan gypsum sebagai tambahan.

Ada beberapa senyawa yang dibutuhkan dalam pembuatan semen portland, yaitu *kalsium oksida* (CaO), *silikon oksida* (SiO₂), *aluminium oksida* (Al₂O₃), dan *oksida besi* (Fe₂O₃). Senyawa-senyawa tersebut dapat diperoleh dari beberapa bahan mentah dan bahan tambahan. Bahan mentah semen portland sebagai berikut:

1. Batu Kapur

Didalam batu kapur terdapat kandungan *kalsium oksida* sebesar 50%

2. Batu Silika

Merupakan sumber *silisium oksida*, *aluminium oksida*, dan *oksida besi* dengan presentase masing-masing sebesar 65%, 17% dan 7%.

3. Tanah Merah

Tanah merah memiliki kandungan *aluminium oksida* sebesar 29% dan

oksida besi 10%.

Sedangkan bahan tambahan semen portland adalah pasir besi dan gypsum. Pasir besi berguna sebagai *flux* pada pembakaran dan memberikan warna hitam pada semen, sedangkan gypsum ditambahkan untuk memperbaiki sifat dan kualitas semen.

Proses pembuatan semen portland digolongkan menjadi dua, yaitu proses basah dan kering. Pada proses basah terjadi karena penambahan air pada proses penggilingan bahan mentah, sehingga tekstur yang di hasilkan berbentuk seperti lumpur dan memiliki presentase air sebesar 30 – 36%. Sedangkan proses kering pada semen portland adalah ketika kadar air sudah kurang dari 1%. Hal ini karena bahan yang digunakan berupa hasil penggilingan, sehingga tekstur berupa bubuk atau tepung.

Sifat-sifat semen portland :

1. Sifat utama semen portland adalah mengeras jika dicampur dengan air
2. Bersifat plastis sementara setelah dicampur dengan air, baru kemudian berubah menjadi keras dan kaku.
3. Dapat merekatkan benda padat seperti batu bata.
4. Apabila bentuknya sudah berubah jadi padat, semen tidak larut dalam air.
5. Bersifat kuastik yang dapat menyebabkan luka bakar.
6. Bubuk semen dapat menyebabkan iritasi dan kanker paru-paru.

Ada beberapa tipe dan jenis semen yang berada dipasaran, beberapa jenis semen yang diatur dalam SNI 15-2049-2004 mengenai semen portland yang dibedakan menjadi 5 tipe, yaitu :

1. Tipe I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang di isyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Tipe II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Tipe III semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Tipe V yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.



Gambar 2.1 Semen

Sumber: Kompas.com (2024)

2.3.2 Agregat Halus

Menurut PBI, agregat halus agregat halus adalah pasir yang memiliki ukuran butir lebih kecil dari $3/16$ atau 5 mm dan dapat menembus ayakan. Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil desintergrasi secara alami dari

batuan besar menjadi butiran batuan yang berukuran kecil. Dalam campuran beton, agregat halus berfungsi untuk membentuk mortar yang mengikat agregat kasar. Menurut

Beberapa syarat agregat halus, yaitu:

1. Berbentuk butiran-butiran yang tajam dan kuat.
2. Tidak mudah hancur karena cuaca panas atau hujan.
3. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat agregat kering.

Agregat halus perlu di uji untuk mengetahui beberapa hal, seperti berat jenis, modulus kehalusan, gradasi pasir, kehilangan berat, kadar lumpur dan kandungan organis.

Gradasi dan keseragaman diameter agregat halus lebih diperhatikan daripada agregat kasar. Hal ini karena gradasi agregat halus menentukan sifat pengerjaan dan sifat kohesi campuran adukan beton.

Selain itu ada beberapa spesifikasi lain untuk agregat halus, yaitu:

1. Kadar lumpur agregat halus normal maksimal 5%.
2. Berat volume agregat halus berkisar antara 1,4-1,9 kg/ltr.
3. Modulus halus butir agregat halus berkisar antara 1,5-3,8
4. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.



Gambar 2.2 Agregat halus
Sumber: civilkitau.blogspot

2.3.3 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah bahan pengisi campuran beton yang memiliki ukuran butiran antara 5 mm hingga 40 mm. Agregat kasar dapat berasal dari kerikil yang merupakan hasil dari disintegrasi alami dari batuan, atau berupa batu pecah yang diperoleh dari hasil pecahan batu.

Agregat kasar yang baik adalah agregat yang butir-butirnya keras dan tidak berpori. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% dan zat-zat yang reaktif alkali.

Agregat kasar biasanya diambil dari batu gunung, batu sungai dan hasil sampingan proses penambangan. Bahan perekat agregat kasar adalah semen, yang merupakan bahan buatan dari hasil campuran tanah liat dan batu kerikil.

Menurut SNI 1969:2008, agregat kasar adalah agregat yang memiliki ukuran butir antara 4,75 mm (no 4) sampai 40 mm (1,5 inch).

Sementara itu SNI S-04-1989-F, agregat kasar untuk beton harus memenuhi beberapa persyaratan, yaitu;

1. Agregat kasar terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.
2. Agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%.
4. Butir agregat kasar yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20% dari berat agregat seluruhnya.
5. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
6. Modulus halus butir 6-7,1 dan dengan variasi butir sesuai standart gradiasi.



Gambar 2.3 Agregat kasar
Sumber : Teknik sipil.id (2017)

2.3.4 Air

Didalam campuran beton, air mempunyai 2 fungsi yang pertama adalah untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan. Dan yang kedua ialah sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan percetakan. Menurut SK SNI S-04-1989-F, syarat-syarat air yang digunakan dalam campuran beton adalah, yaitu:

1. Air harus bersih
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung yang terlihat secara visual.
3. Tidak mengandung tersuspensi lebih dari 2 gram per liter.
4. Tidak mengandung garam, asam dan zat organik yang terlarut.

Selain itu, nilai pH air yang digunakan untuk pembuatan beton semen bertulang harus antara 6 sampai 8,5. Adanya garam mangan, timah, seng, tembaga, dan timbal dapat menyebabkan penurunan kekuatan beton.



Gambar 2.4 Air bersih
Sumber :Sucofindo.co.id (2023)

2.3.5 Bahan Tambahan (*Admixture*)

Kualitas sebuah beton merupakan hal yang penting dalam konstruksi bangunan. Salah satu faktor penentunya ialah *admixture* atau bahan material selain air, semen, agregat yang ditambahkan ke dalam beton atau mortar sebelum atau selama pengadukan.

Sering kali dikenal dengan istilah bahan tambahh, *admixture* dapat berupa cairan dan bubuk. Fungsinya ialah memperbaiki *workability* beton, mengatur

faktor air semen pada beton segar, mengurangi penggunaan semen, mencegah terjadinya *segregasi* dan *bleeding*, mengukur waktu pengikatan aduk beton, meningkatkan kekuatan beton keras, meningkatkan sifat kedap air pada beton keras, dan meningkatkan sifat tahan lama pada beton keras. (*Product Research dan Standardization WSBP*).

Standart ASTM C 494 membedakan bahan tambahan kimia dalam pencampuran beton menjadi beberapa tipe, antara lain :

1. Tipe A "*Water Reducing Admixture*" merupakan bahan tambah yang digunakan untuk mengurangi air pencampur agar didapat beton dengan konsistensi tertentu.
2. Tipe B "*Retarding Admixture*" merupakan bahan tambah yang digunakan untuk mengurangi waktu pengikatan beton agar memberikan waktu yang lebih lama dalam pengerjaan dan tetap mudah di kerjakan.
3. Tipe C "*accelerating Admixture*" merupakan bahan tambah yang berguna untuk mempercepat waktu pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.
4. Tipe D "*Water Reducing And Retarding Admixture*" merupakan bahan yang berguna untuk mengurangi air pencampur dan mempercepat waktu pengikatan serta kekuatan awal beton.
5. Tipe E "*Water Reducing And Accelerating Admixture*" merupakan bahan tambah yang berguna untuk mengurangi air pencampur dan mempercepat waktu pengikatan serta kekuatan awal beton.
6. Tipe F "*Water Reducing, High Range Admixture*" merupakan bahan yang

berguna untuk mengurangi air pencampur sebanyak 12% atau lebih dikenal dengan nama “*Superplasticizer*”.

7. Tipe G “*Water Reducing, High Range Retarding Admixture*” merupakan bahan tambah yang berguna untuk mengurangi air pencampur dan memperlambat waktu pengikatan beton. Tipe ini merupakan gabungan dari tipe B dan F. (ASTM.C.494.1985).

2.3.5.1 Abu Ampas Kopi

Ampas kopi merupakan limbah agro waste yang melimpah dan belum dimanfaatkan dengan baik. Pada penelitian ini limbah ampas kopi yang digunakan merupakan limbah yang dihasilkan dari sebuah coffe shop yang terdapat di jalan stasiun marindal. Ampas kopi mengandung sekitar 70% sulosa dan hemisulosa. Sebagai bahan pengganti semen, ampas kopi juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk, kompos, dan mengusir hama (Alkhaly 2018).

Ampas kopi juga merupakan limbah industri pangan yang di hasilkan dari pengolahan biji kopi. dari 0,50 kg bubuk kopi yang siap di gunakan menghasilkan $\pm 0,34$ kg ampas kopi. Sebagaimana halnya limbah industri pangan yang lain, maka limbah ampas kopi mempunyai potensi di manfaatkan sebagai material substitusi sebagai semen. Ampas kopi merupakan pupuk organik yang ekonomis dan ramah lingkungan. Hasil dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Alkhaly and Syahfitri 2017) menunjukkan bahwa ampas kopi mengandung 2,28% nitrogen, fosfor 0,06% dan 0,6 kalium. pH ampas kopi sedikit asam, berkisar 6,2 pada skala pH. Selain itu, ampas kopi mengandung magnesium, sulfur, dan

kalsium yang berguna untuk pertumbuhan tanaman. Ampas kopi dapat digunakan sebagai bahan campuran beton, tetapi dengan beberapa pertimbangan:

- Kelebihan
 1. Mengurangi limbah: Ampas kopi dapat mengurangi jumlah limbah organik dan mengurangi dampak lingkungan.
 2. Meningkatkan kekuatan: Ampas kopi mengandung silika yang dapat meningkatkan kekuatan beton.
 3. Mengurangi berat: Ampas kopi dapat mengurangi berat beton sehingga lebih mudah dalam transportasi dan pemasangan.
 4. Menghemat biaya: Menggunakan ampas kopi dapat menghemat biaya produksi beton.
- Keterbatasan
 1. Kandungan air: Ampas kopi memiliki kandungan air tinggi yang dapat mempengaruhi kualitas beton.
 2. Kandungan asam: Ampas kopi mengandung asam yang dapat merusak struktur beton.
 3. Kualitas yang tidak konsisten: Kualitas ampas kopi dapat berbeda-beda tergantung pada jenis kopi dan proses pengolahan.
 4. Pengaruh pada warna dan tekstur: Ampas kopi dapat mempengaruhi warna dan tekstur beton.
- Penggunaan yang efektif
 1. Sebagai pengganti sebagian semen: Ampas kopi dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen (maksimal 10%).

2. Sebagai bahan tambahan: Ampas kopi dapat ditambahkan ke dalam campuran beton sebagai bahan tambahan.
3. Dalam aplikasi khusus: Ampas kopi dapat digunakan dalam aplikasi khusus seperti beton ringan, beton insulasi, atau beton dekoratif.

Dalam kesimpulan, ampas kopi dapat digunakan sebagai bahan campuran beton dengan pertimbangan yang tepat dan pengujian yang memadai.

Ampas kopi memiliki beberapa karakteristik, diantaranya:

1. Warna : Ampas kopi memiliki warna coklat tua.
2. Tekstur : Ampas kopi memiliki tekstur yang kasar.
3. Kelembapan : Ampas kopi memiliki kelembapan yang tinggi.
4. Ph : Ampas kopi memiliki pH sedikit asam, berkisar 6,2.
5. Kandungan kimia : Ampas kopi mengandung nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, sulfur, dan kalsium.
6. Kandungan zat : Ampas kopi mengandung protein, serat, minyak, mineral, dan senyawa fungsional seperti polifenol.
7. Sifat : Ampas kopi tidak larut dalam air.

Karakteristik abu ampas kopi terhadap beton :

1. Ambu ampas kopi dapat meningkatkan kuat tekan beton.
2. Abu ampas kopi dapat mengisi rongga-rongga dalam beton.
3. Pengguna abu ampas kopi dapat meningkatkan porositas beton.
4. Penggunaan abu ampas kopi dengan persentase 5% tidak dapat digunakan untuk pembuatan beton untuk perkerasan kaku.



Gambar 2.5 Ampas kopi
Sumber : ftmm.unair.ac.id

2.4 Perencanaan Campuran Beton

Setelah semua bahan yang digunakan sudah di ketahui dan diperiksa, Kemudian agar mendapatkan kekuatan yang baik dan sempurna pada beton, maka dibuatlah rencana campuran beton (*mix Desain*) pada penelitian yang akan dilakukan ini. Pada peneliatian ini akan menggunakan metode perencanaan campuran adukan beton yang mengacu pada. (Nasional 2000)

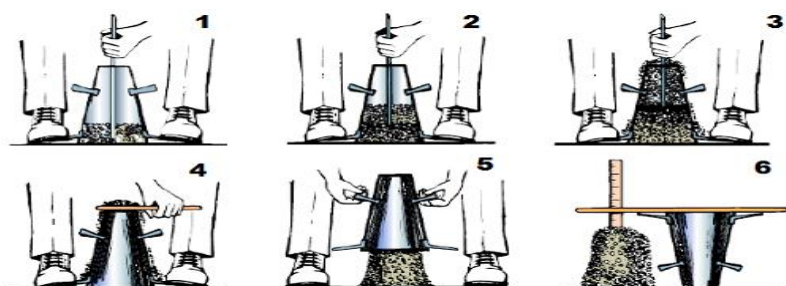
Perancangan campuran beton (*mix design*) bermaksud untuk memenuhi komposisi dan proporsi bahan bahan penyusun beton. Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknik dan ekonomis. Kriteria dasar perancangan beton adalah kekuatan tekan, tarik, dan hubungannya dengan faktor air semen yang digunakan.

2.5 Pengujian Slump Test

Nilai slump yang merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton ditentukan. Tingkat kelecakan berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pekerjaan (*workability*). Pengambilan nilai slump dilakukan untuk masing-masing campuran baik pada beton standar maupun beton

yang menggunakan additive dan bahan penambah (*admixture*). Pengujian slump dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan kedalam wadah kerucut terpancung atau kerucut Abrams yang berdimensi pada bagian atas diameter 10 cm dan bagian bawah diameter 20 cm dengan tinggi 30 cm. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat keatas secara vertikal dan slump dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat. Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan atau keenceran adukan beton. Makin cair adukan maka makin mudah cara pengerjaannya. Untuk mengetahui kelecakan suatu adukan beton biasanya dengan dilakukan pengujian slump. Semakin tinggi nilai slump berarti adukan beton makin mudah untuk dikerjakan. (MENGENAL SLUMP BETON.pdf n.d.).

Pada penelitian ini menggunakan f_c 21 MPa (K 250), maka nilai slump pada beton k250 berkisar antara 16 ± 2 cm atau 60 ± 10 cm

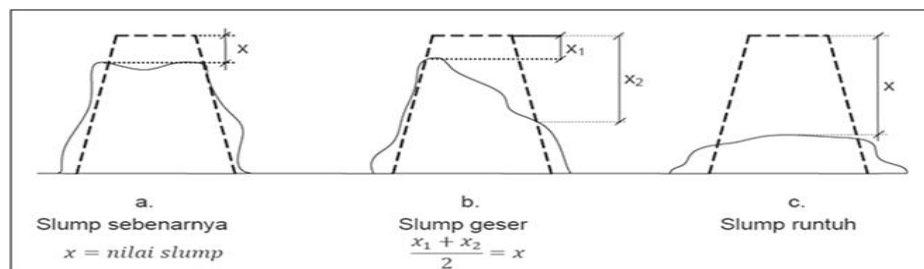


Gambar 2.6 Pengujian slump test

Sumber : Arsitek.com (2023)

Menguji nilai slump dalam pelaksanaannya terdapat tiga macam tipe slump yang terjadi yaitu:

1. Slump sebenarnya, terjadi apabila penurunannya seragam tanpa ada yang runtuh.
2. Slump geser, terjadi bila separuh puncaknya bergeser dan tergelincir ke bawah pada bidang miring.
3. Slump runtuh, terjadi bila kerucut runtuh semuanya.



Gambar 2.7 Macam-macam tipe slump

Sumber: lauwtjunji.weebly.com

2.6 Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Pada umumnya kekuatan beton dianggap sifat paling penting dimana mutu beton sering kali dinilai berdasarkan kekuatan tekanan, akan tetapi dalam banyak hal sifat-sifat yang lebih penting untuk bangunan menahan air, maka penyusutan yang rendah dan *permeability* yang rendah merupakan sifat yang dikehendaki dari beton yang akan digunakan.

Beton akan mengalami pengerasan yang sempurna selama 28 hari sehingga pada hari-hari sebelumnya akan mempunyai kuat tekan berbeda dan

untuk mengetahuinya kita bisa melihat table konvensi berikut :

Tabel.2.1.Kovensi Beton

Umur Hari	Koefisien
7	0,65
14	0,88
21	0,95
28	1,00

Kuat tekan beton merupakan parameter utama yang harus diketahui dan dapat memberikan gambaran tentang hampir semua sifat-sifat mekanisnya yang lain dari beton. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Beton dengan kinerja baik dapat dilihat dari kuat tekan yang dihasilkan, maka beton tersebut memiliki mutu yang baik.

Faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah proporsi campuran, pengadukan pada saat pembuatan, pembuatan, pemadatan dan perawatan beton itu sendiri. Rumus yang digunakan pada perhitungan kuat tekan beton sebagai berikut.

$$f_c' = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

- f_c' = Tegangan Normal Beton (MPa)
- P_{maks} = Kuat Tekan Maksimal (N)
- A = Luas Penampang Silinder Beton (cm²)

Rumus untuk mencari kuat tekan rata-rata beton dapat dihitung menggunakan rumus.

$$f_c' r = \frac{\sum f_c'}{n} \dots\dots\dots (2.6)$$

keterangan:

f_c' = Tegangan Normal Beton (MPa)

$f_c' r$ = Kuat Tekan Beton Rata-rata (N)

n = Jumlah Benda Uji

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Adapun untuk membuat penelitian ini menjadi lebih terarah dan terjaga penelitian ini penulis membuat waktu dan tempat sebagai berikut.

3.1.1 Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dari penyiapan peralatan uji hingga pengujian tekan dilaksanakan selama 1 bulan lebih yang dimulai dari hari.

Tabel.3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.

No	Jenis Kegiatan	September	Oktober		November		Desember	
		4	1	2	1	2	1	2
1	Persiapan Bahan Dan Material							
2	Analisa Saringan							
3	Pemeriksaan Kadar Lumpur							
4	Pemeriksaan Zat Organic							
5	Pekerjaan Campuran/Job Mix							
6	Pemeriksaan Slump Test							
7	Perawatan Benda Uji							
8	Pengujian Kuat Tekan Beton							

Sumber : Hasil Perencanaan Penulis 2024