

SKRIPSI

**PENINGKATAN DURABILITAS MORTAR MENGGUNAKAN
ULTRAFINE AMPAS TEH**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S1
Pada Jurusan Teknik Sipil



Disusun Oleh :

MARLIAH

D01 21 372

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
MAJENE
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENINGKATAN DURABILITAS MORTAR MENGGUNAKAN
ULTRAFINE AMPAS TEH
TUGAS AKHIR**

Oleh:

MARLIAH

D0121372

(Sarjana Jurusan Teknik Sipil)

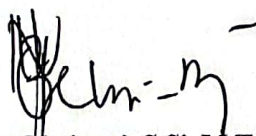
Universitas Sulawesi Barat

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Tanggal, 26 September 2025

Mengetahui


Pembimbing I

Pembimbing 2


Nur Okviyani, S.Si., M.T
NIP. 19901022202203 2 012


Dr. Eng. Ir. Dahlia Patah, S.T., M. Eng.
NIP. 19860825 201504 2 001


Amalia Nurdin, S.T., M.T
NIP. 19871212 201903 2 017


Prof. Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T
NIP. 19640405 199003 2 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Maiene, 26 September 2025



METERAI
TEMPEL
2EDC3ANX056594878
Marliah

ABSTRAK
PENINGKATAN DURABILITAS MORTAR MENGGUNAKAN
***ULTRAFINE* AMPAS TEH**

Marliah

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat

marliahsukani2@gmail.com

Mortar merupakan material konstruksi yang banyak digunakan, namun tingginya konsumsi semen berkontribusi terhadap peningkatan emisi karbon. Salah satu upaya untuk mengurangi dampak lingkungan adalah pemanfaatan limbah organik, seperti ampas teh yang diolah menjadi partikel ultrafine, sebagai bahan substitusi sebagian semen. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh penambahan ultrafine ampas teh terhadap durabilitas mortar melalui pengujian daya serap air, Half Cell Potential (HCP), dan penetrasi ion klorida. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental dengan variasi penambahan 0%, 5%, 7,5%, dan 10% dari massa semen. Pengujian mengacu pada standar ASTM, dengan pengujian daya serap pada umur 28 dan 91 hari, HCP pada umur 7, 28, dan 91 hari, serta penetrasi ion klorida pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada umur 91 hari, variasi 5% memberikan daya serap terendah sebesar 11,03%, lebih baik dibanding mortar normal 11,22%, variasi 7,5% sebesar 16,16%, dan 10% sebesar 17,14%. Pada pengujian HCP, variasi 7,5% menghasilkan nilai paling baik pada umur 91 hari sebesar -52,7 mV yang termasuk kategori rendah, sedangkan variasi lain menunjukkan potensi korosi lebih tinggi. Pada uji penetrasi ion klorida, mortar normal menunjukkan nilai terendah 39,349 mm, namun di antara mortar dengan penambahan ampas teh, variasi 5% menghasilkan nilai terbaik sebesar 41,941 mm dibandingkan 7,5% sebesar 45,840 mm dan 10% sebesar 47,064 mm. Secara keseluruhan, variasi 5% paling optimal dalam menekan daya serap air dan penetrasi ion klorida, sedangkan variasi 7,5% lebih unggul dalam menurunkan potensi korosi baja tulangan. Perbedaan hasil antar parameter menunjukkan bahwa efektivitas setiap variasi bersifat spesifik, sehingga perlu penentuan komposisi yang seimbang agar performa mortar dapat maksimal.

Kata kunci: Daya Serap Air, Durabilitas, *Half Cell Potential*, Korosi, Mortar, Penetrasi Ion Klorida, *Ultrafine* Ampas Teh.

ABSTRACT

ENHANCEMENT OF MORTAR DURABILITY USING ULTRAFINE TEA WASTE

Marliah

Civil Engineering Departement, Faculty Of Engineering, West Sulawesi University

marliahsukani2@gmail.com

Mortar is a widely used construction material, yet the high consumption of cement contributes significantly to carbon emissions. One approach to reducing environmental impact is the utilization of organic waste, such as tea waste processed into ultrafine particles, as a partial cement replacement. This study aims to evaluate the effect of ultrafine tea waste addition on mortar durability through water absorption, Half Cell Potential (HCP), and chloride ion penetration tests. The experimental method was conducted with variations of 0%, 5%, 7.5%, and 10% replacement by cement mass. Testing referred to ASTM standards, with water absorption measured at 28 and 91 days, HCP at 7, 28, and 91 days, and chloride ion penetration at 28 days. The results show that at 91 days, the 5% variation achieved the lowest water absorption of 11.03%, compared to 11.22% for the control mixture, 16.16% for the 7.5% variation, and 17.14% for the 10% variation. In the HCP test, the 7.5% variation recorded the most favorable value of -52.7 mV at 91 days, categorized as low corrosion risk, while other variations showed higher corrosion potential. For chloride ion penetration, the control mortar obtained the lowest value of 39.349 mm; however, among mixtures with ultrafine tea waste, the 5% variation performed best at 41.941 mm, compared to 45.840 mm for 7.5% and 47.064 mm for 10%. Overall, the 5% variation was most effective in reducing water absorption and chloride ion penetration, while the 7.5% variation showed superior performance in lowering the corrosion potential of steel reinforcement. Differences across parameters indicate that the effectiveness of each variation is specific, requiring balanced composition to maximize mortar performance.

Keywords: *Chloride Ion Penetration, Corrosion, Durability, Half Cell Potential, Mortar, Ultrafine Tea Waste, Water Absorption.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konstruksi bangunan merupakan salah satu pilar utama dalam Pembangunan infrastruktur suatu negara. Dalam setiap proyek konstruksi, pemilihan bahan yang tepat sangat penting untuk memastikan kekuatan, keamanan, dan durabilitas bangunan. Beton dalam konstruksi bangunan dikenal dengan istilah lain yaitu mortar. Mortar terdiri dari agregat halus (pasir) dan bahan perekat (tanah liat, kapur, semen Portland) dan air. Mortar paling sering digunakan sebagai perekat pada keramik, bata ringan, plester dinding dan acian. (Zuraidah & Hastono, 2018).

Mortar konvensional meskipun telah digunakan selama bertahun-tahun, seringkali menghadapi tantangan dalam hal ketahanan. Beberapa faktor seperti kelembapan, suhu ekstrim, dan serangan bahan kimia. Penelitian menunjukkan bahwa mortar yang kurang tahan lama dapat mengakibatkan kerusakan struktural yang signifikan sehingga meningkatkan biaya pemeliharaan dan mengurangi umur bangunan (Mehta & Monteiro, 2014). Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam pengembangan mortar yang lebih kuat dan tahan lama untuk memastikan keberlanjutan dalam konstruksi.

Pemanfaatan limbah sebagai bahan tambahan dalam mortar merupakan pendekatan yang mendukung pengurangan jumlah limbah yang dihasilkan serta berkontribusi terhadap peningkatan durabilitas material dan sifat mekanik mortar. Strategi ini selaras dengan prinsip Pembangunan berkelanjutan, di mana limbah dipandang sebagai sumber daya alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kinerja mortar. Salah satu limbah organik yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan dalam industri konstruksi adalah ampas teh.

Adapun penelitian terdahulu yang telah menggunakan limbah dalam pencampuran beton antara lain penelitian bahan limbah abu sekam padi telah diteliti oleh Patah & Dasar, (2022), Cangkang kelapa sawit atau *Oil Palm Shell* (OPS) telah diteliti oleh Patah, dkk, (2024). Abu terbang (*Fly Ash*) telah diteliti

oleh Patah, dkk, (2023). Abu terbang (*Fly Ash*) telah diteliti oleh Patah, dkk, (2020). Abu cangkang sawit, abu sekam padi, dan abu serat padi telah diteliti oleh Dasar, dkk, (2023). Abu cangkang sawit telah diteliti oleh Dasar, dkk, (2024). Abu terbang (*Fly Ash*) telah diteliti oleh Patah, dkk, (2021). Batu gamping telah diteliti oleh Patah, dkk, (2022). Abu cangkang sawit telah diteliti oleh Dasar & Patah, (2024). Abu cangkang sawit, abu sekam padi, dan abu serat sagu telah diteliti oleh Ridhayani, dkk, (2023).

Ampas teh merupakan limbah hasil penyeduhan daun teh (*Camellia sinensis*) yang kaya akan senyawa organik dan mineral, sehingga berpotensi meningkatkan kekuatan serta ketahanan mortar. Penelitian Hadi dkk. (2020) mengungkapkan bahwa pemanfaatan ampas teh dapat memperbaiki sifat mekanik mortar. Zhang dkk. (2020) melaporkan bahwa pengolahan ampas teh menjadi partikel ultrafine mampu meningkatkan densitas mortar, mengurangi porositas, serta memperbaiki ketahanan terhadap karbonasi dan serangan sulfat. Selain itu, Wang dkk. (2021) menunjukkan bahwa penambahan partikel ultrafine pada campuran mortar memperluas permukaan reaksi antara semen dan bahan tambahan, yang berdampak pada peningkatan kekuatan dan durabilitas mortar secara keseluruhan. Penelitian Pratiwi dkk. (2020) juga memperkuat temuan tersebut dengan hasil yang menunjukkan bahwa penggunaan ampas teh sebagai bahan tambahan dapat meningkatkan kinerja mortar, khususnya terhadap kelembapan dan faktor lingkungan.

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini dicoba dilakukan eksperimen untuk pemanfaatan ampas teh sebagai bahan tambah yang telah dihaluskan dengan grinding sebanyak dua kali dan lolos saringan 300 atau disebut dengan ultrafine yang berukuran sekitar 0,05 mm atau lebih kecil. Dengan ini penulis tertarik mengambil judul **“PENINGKATAN DURABILITAS MORTAR MENGGUNAKAN *ULTRAFINE* AMPAS TEH”** diharapkan, penggunaan *ultrafine* ampas teh ini tidak hanya dapat mengurangi penggunaan semen tetapi juga meningkatkan performa mortar. Selain itu, ini mendukung pembangunan berkelanjutan dengan mengurangi limbah dan memanfaatkan sumber daya secara lebih efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti mengangkat rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana pengaruh *ultrafine* ampas teh sebagai pengganti semen dengan variasi 5%, 7,5%, dan 10% terhadap nilai daya serap mortar pada umur 28 dan 91 hari?
- b. Bagaimana penggunaan *ultrafine* ampas teh sebagai bahan pengganti semen terhadap nilai korosi baja tulangan dengan variasi 5%, 7,5%, 10% umur 7, 28 dan 91 hari pada mortar?
- c. Bagaimana Pengaruh *ultrafine* ampas teh sebagai bahan pengganti semen variasi 5%, 7,5%, dan 10% pada hasil pengujian kedalaman ion klorida umur 28 hari?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui pengaruh *ultrafine* ampas teh sebagai pengganti semen dengan variasi 5%, 7,5%, dan 10% terhadap nilai daya serap mortar pada umur 28 dan 91 hari.
- b. Untuk mengetahui Untuk mengetahui tingkat korosi baja tulangan pada mortar dengan menggunakan *ultrafine* ampas teh sebagai pengganti semen pada umur 7, 28 dan 91 hari.
- c. Untuk mengetahui pengaruh pada penggunaan *ultrafine* ampas teh sebagai bahan pengganti semen variasi 5%, 7,5%, dan 10% pada pengujian kedalaman ion klorida dalam mortar pada umur 28 hari.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini diperlukan untuk mempermudah arah dan pembagian masalah dalam penelitian ini, yang mana dalam penelitian ini mempunyai Batasan masalah sebagai berikut :

- a. Penelitian ini dilakukan di labolatorium terpadu Universitas Sulawesi Barat
- b. Semen yang digunakan adalah semen Portland Composit (PCC)

- c. Bahan ganti yang digunakan adalah *ultrafine* ampas teh yang telah dihaluskan dengan alat *grinding machine* yakni 5%, 7,5%, dan 10%, yang berasal dari warung dan penjual minuman es teh disekitaran kota majene Kab. Majene Provinsi Sulawesi Barat.
- d. Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Mapilli Kec. Mapilli, Kab. Polewali Mandar.
- e. Sebelum agregat halus digunakan terlebih dahulu dilakukan pencucian agregat untuk memastikan kandungan kadar lumpur tidak terlalu tinggi.
- f. Pencampuran menggunakan air tawar dari sumur bor Laboratorium Terpadu Universitas Sulawesi Barat.
- g. Pengujian daya serap mortar mengacu pada ASTM C-642-13 dengan benda uji kubus berukuran 5 cm x 5 cm x 5cm pada umur 28 dan 91 hari.
- h. Uji korosi baja tulangan dengan metode *half cell potential* berdasarkan ASTM C867-22b dengan bentuk silinder ukuran diameter 5 cm dengan tinggi 10 cm pada umur 7, 28 dan 91 hari.
- i. Pengujian Penetrasi ion klorida menggunakan larutan AgNO₃ dengan acuan ASTM C-1556-11a menggunakan benda uji silinder berukuran 10 cm x 5 cm pada umur 28 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

- a. Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah memberikan masukan pengaruh penggunaan *ultrafine* ampas teh terhadap daya serap, korosi baja tulangan, dan kedalaman ion klorida pada mortar dengan pencampuran pasir sungai dengan air tawar.
- b. Manfaat praktis dari penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai bahan referensi bagi penelitian selanjutnya khususnya di bidang ketekniksipilan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini tentu tidak lepas dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dimana dalam mendukung penulisan penelitian ini, penulis membaca beberapa tulisan yang telah ada sebelumnya untuk dijadikan referensi. Berikut beberapa penelitian terkait penelitian yang akan dilakukan :

- a. “Studi Kelayakan Penggunaan Abu Teh Limbah Olahan Sebagai Pengganti Semen Untuk Produksi Beton Berkelanjutan” (Jakhrani dkk., 2025)

Penggunaan abu limbah teh olahan (*Processed Waste Tea Ash/PWTA*) sebagai substitusi parsial semen dalam beton berkelanjutan. PWTA yang digunakan dalam proporsi 0%,10%,20%,30% dan 40% terhadap berat semen, dan di uji terhadap berbagai sifat beton termasuk slump, kepadatan, kekuatan tekan, porositas, penetrasi klorida, struktur mikro, dan kandungan karbon. Hasil menunjukkan bahwa penambahan PWTA menurunkan nilai slump dan kepadatan, namun pada kadar 10%, beton mampu mencapai kekuatan tekan setara dengan beton control pada 28 hari, bahkan meningkat 4,57% pada 90 hari karena aktivitas *Pozzolanic*. Indeks kekuatan juga mencerminkan kontribusi *Pozzolanic* positif PWTA 10% sebesar 4,2% dan 9,4%, serta mengurangi intensitas karbon dan emisi CO₂ sebesar 8,32% dan 7,85%. Temuan ini menunjukkan bahwa PWTA efektif digunakan hingga 10% sebagai bahan alternatif semen dalam beton berkelanjutan.

- b. “Investigasi Pengaruh Nanotube Karbon yang Di Produksi Dari Limbah Teh Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mortar Semen” (Al Biajawi dkk., 2023).

Campuran mortar yang dibuat dengan variasi penggantian semen sebesar 1%,2%,3% dan 4%. Pengujian yang dilakukan terhadap kekuatan tekan, kecepatan gelombang *ultrasonic*, penyerapan air. Analisis mikrostruktur menggunakan SEM dan EDX juga dilakukan. Hasil limbah teh dapat memperbaiki kemampuan alir dan kepadatan 2%, namun menurun pada kadar yang lebih tinggi. Studi ini menunjukkan bahwa limbah the

berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan sifat mortar dalam batas tertentu.

- c. “Sifat mekanik mortar semen dibuat dengan abu limbah teh hitam sebagai penggantian semen” (Nasr dkk., 2019).

penelitian ini bertujuan untuk mendaur ulang abu limbah teh hitam (BTWA) dengan memanfaatkannya sebagai pengganti semen parsial. Campuran mortar semen yang berisi lima tingkat penggantian semen dengan BTWA (0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%) dilakukan. Uji kekuatan tekan dan kekuatan lentur diadopsi untuk menunjukkan efek BTWA pada sifat mekanik mortar semen. Laju aliran mortar segar juga diukur. Hasil menunjukkan bahwa, penggantian hingga 7,5%, nilai kekuatan tekan ditingkatkan. Untuk penggantian 10%, nilai kekuatan tekan sama dengan spesimen kontrol. Sebaliknya, BTWA berdampak negatif pada kekuatan lentur mortar pada level penggantian 5%, 7,5%, dan 10%. Namun, untuk substitusi 2,5%, kekuatan lentur sedikit ditingkatkan (sekitar 2%).

- d. “Beton ramah lingkungan dari abu hasil pembakaran limbah kelapa sawit dan daun teh”(Asri Djuriawan dkk.,2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan abu kelapa sawit dan daun teh terhadap kekuatan tekan beton, berat jenis dan penyerapan air pada beton. Pengujian dilakukan menggunakan benda uji berbentuk kubus berukuran 10 cm, dengan pengamatan porositas dan penyerapan air pada umur 28 hari. Hasil menunjukkan bahwa penambahan abu hingga 30%, menurunkan berat jenis beton, namun masih memenuhi standar beton normal sesuai SNI 03-2847-2012 ($2.200-2.500 \text{ kg/m}^3$). Kuat tekan maksimum diperoleh pada campuran dengan 10% bahan tambahan yaitu 32,96 Mpa.

- e. “Pengaruh ampas teh jenuh dan partikel perlit pada hidrasi mortar kekuatan tinggi” (Khan, M.I dkk., 2019)

Pada penelitian ini menggunakan variasi campuran partikel jenuh air dan ampas teh yaitu 1%, 3% dan 5%. Hasil pengujian campuran 1% dan 3% menunjukkan peningkatan hidrasi awal dan pengurangan suhu puncak

selama reaksi hidrasi dan meningkatkan kestabilan struktur mikro mortar. Sedangkan pada campuran 5% menunjukkan bahwa kelebihan kadar pada partikel tersebut menghambat reaksi hidrasi lanjutan dan menyebabkan penurunan kekuatan mekanik pada tahap awal. Sehingga tidak disarankan penggunaan lebih dari 3% karena mengurangi efektivitas mortar.

2.2 Mortar

2.2.1 Definisi Mortar

Mortar sering disebut juga sebagai spesi atau mortel. Menurut (SNI 03-4817-1998), mortar adalah campuran yang terdiri dari semen, agregat halus, dan air. Semen berfungsi sebagai bahan pengikat yang memberikan kekuatan pada mortar, sehingga sangat penting dalam proses konstruksi. Mortar memiliki sifat adhesif yang memungkinkan untuk mengikat material bangunan seperti batu bata atau blok beton. Agregat halus (pasir) merupakan butir-butir partikel yang diikat oleh pasta semen dalam mortar harus dapat terlapisi dengan sempurna agar mempunyai kohesi dan adhesi. Susunan gradasi yang seragam akan membuat banyaknya rongga udara dalam mortar sehingga dibutuhkan semen yang lebih banyak daripada gradasi yang tidak seragam. Hal ini berpengaruh pada kepadatan mortar dan daya lekat yang berkurang. Gradasi pasir yang baik (*well graded sand*) berisi butir-butir pasir yang bervariasi ukurannya, karena dapat mengurangi rongga udara, dan kebutuhan semen dan air. Sedikit campuran semen dan air akan mengurangi susut, dan susut yang kecil cenderung untuk mengurangi retak pada mortar. Menurut SNI-03-6825-2002 adalah campuran antara pasir, air, dan semen portland dengan komposisi tertentu. Kuat tekan mortar dipengaruhi oleh jumlah semen dalam campuran, FAS dan perbandingan volume semen dan pasir.

Kualitas dan mutu mortar ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan bakunya, komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan baik dan proses pembuatan yang baik akan

menghasilkan mortar yang berkualitas baik pula. Bahan penyusun mortar meliputi semen Portland, pasir, air, dan bahan tambah, Dimana setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda.

Menurut Tjokrodinuljo (1996:126) mengemukakan bahwa mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- a. Murah
- b. Tahan lama
- c. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkat, dipasang dan diratakan)
- d. Melekat dengan baik dengan batu bata dan sebagainya
- e. Cepat kering dan mengeras
- f. Tahan terhadap rembesan air
- g. Tidak timbul retak-retak setelah dipasang

2.2.2 Sifat-sifat Mortar

Perencanaan dan pelaksanaan struktur beton memerlukan pengetahuan tentang sifat-sifat mortar. Adapun sifat-sifat mortar antara lain (Zuraidah & Hastono, 2018):

a. Keawetan (*Durability*)

Ini adalah kemampuan mortar untuk menahan kondisi desain tanpa terjadi korosi dalam periode desain. Dalam hal ini nilai faktor air semen (FAS) dan jumlah minimal pemakaian harus dibatasi tergantung kondisi lingkungan.

b. Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan kemampuan mortar dalam menahan beban dan gaya mekanis hingga mengalami kegagalan. Nilai kuat tekan mortar ditentukan dengan prosedur pengujian standar menggunakan mesin uji dengan memberikan beban tekan secara bertahap pada kenaikan beban tertentu sampai benda uji retak atau patah.

c. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas mortar adalah hubungan antara kuat tekan dan regangan mortar. Biasanya, diberikan antara 25% dan 30%.

d. Kemampuan (*Workability*)

Kemampuan (*workability*) mengacu pada sifat campuran mortar dan ditentukan oleh kemudahan pencampuran, pengangkutan, pemadatan, dan penyelesaian akhir. Dengan kata lain, ketangkasan adalah jumlah kemudahan yang dibutuhkan untuk mencapai kompaksi sempurna.

2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan Mortar

Adapun beberapa kelebihan dan kekurangan mortar adalah sebagai berikut:

a. Kelebihan Mortar

1. Adukan mortar mudah diangkut dan dicetak dalam bentuk yang diinginkan.
2. Kuat tekan mortar jika dikombinasikan dengan baja akan mampu untuk memikul beban yang berat.
3. Dalam pelaksanaan tertentu dapat disemprotkan atau dipompakan ke tempat tertentu.
4. Tahan lama, tidak busuk dan tidak lapuk

b. Kekurangan Mortar

1. Untuk mendapatkan mortar dengan kuat tekan yang tinggi perlu dilakukan campuran dengan komposisi yang benar antara semen, pasir dan air.
2. Untuk daerah-daerah tertentu perlu ketelitian dalam membuat komposisi campuran serta perlu ditambahkan bahan tambahan adiktif.
3. Kuat Tarik rendah sehingga perlu ditambahkan baja tulangan, Misalnya untuk pondasi pancang.

2.2.4 Jenis-Jenis Mortar

Menurut Tjokrodimuljo, K (2012) mortar dibagi berdasarkan jenis bahan ikatan menjadi empat jenis, yaitu:

a. Mortar Lumpur

Mortar lumpur dibuat dari campuran air, tanah liat/ lumpur, dan agregat halus. Perbandingan campuran bahan-bahan tersebut harus

tepat untuk memperoleh adukan kelecakan baik dan mendapatkan mortar yang baik pula. Terlalu sedikit pasir menghasilkan mortar yang retak-retak setelah mengeras sebagai akibat besarnya susutan pengeringan. Terlalu banyak pasir menyebabkan adukan tidak melekat dengan baik. Mortar lumpur digunakan untuk bahan dinding tembok atau bahan tungku api di pedesaan

b. Mortar Kapur

Terbuat beberapa campuran yaitu pasir, kapur, semen merah dan air. Kapur dan pasir mula-mula dicampur dalam keadaan kering kemudian ditambahkan air. Pada saat proses pelekatan, kapur mengalami susutan sehingga jumlah pasir yang umum digunakan menjadi tiga kali volume kapur. Mortar kapur dipakai untuk perekat bata merah pada dinding tembok bata, atau perekat antar batu pada pasangan batu.

c. Mortar Semen

Terbuat dari campuran semen Portland, pasir halus, dan air. Mortar semen memiliki kekuatan tekan yang tinggi dan digunakan secara luas untuk berbagai aplikasi konstruksi, termasuk dinding bata, pondasi, dan plesteran.

d. Mortar Khusus

Mortar bisa saja diperkaya dengan bahan tambahan seperti serat, atau aditif kimia lainnya untuk meningkatkan kinerja spesifik seperti ketahanan terhadap cuaca, peningkatan daya rekat, atau ketahanan terhadap retakan.

2.3 Material Penyusun Mortar

2.3.1 Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland terutama yang tersendiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 2094:2015). Perlu

diketahui tipe semen yang digunakan karena jenis atau tipe semen yang akan digunakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, jadi sangat perlu diketahui tipe semen yang distandarisasi di Indonesia. Menurut ASTM C150 Semen Portland dapat dibagi menjadi lima tipe, yaitu:

- a. Tipe I: *Ordinary Portland cement* (OPC). Semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal).
- b. Tipe II: *Moderator sulphate cement*, semen untuk beton yang tahan terhadap sulfat sedang dan mempunyai panas hidrasi sedang.
- c. Tipe III: *High Early strength cement*, semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras).
- d. Tipe IV: *Low heat of hydration cement*, semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah, dengan kekuatan awal rendah.
- e. Tipe V: *high sulphate resistance cement*, semen untuk beton yang tahan terhadap kadar sulfat tinggi.

2.3.2 Pemeriksaan berat jenis

Pemeriksaan berat jenis semen ini berdasarkan ASTM C-188 Dimana berat jenis yang disyaratkan oleh ASTM-C-188 adalah 3,15 dan kemurnian semen yang disyaratkan ialah 3,0–3,2. Namun pada kenyataan, berat jenis semen yang diproduksi berkisar antara 3,05 sampai 3,25. Arasi ini akan mempengaruhi pada proporsi campuran semen dalam campuran dan apabila pada percobaan tidak diperoleh hasil demikian maka pembakarannya tidak akan sempurna. Pengujian berat jenis dapat dilakukan dengan menggunakan Le Chateriel flaks menurut ASTM C-188 dengan prosedur sebagai berikut (Inor- & Statements, 2023):

- a. Isi botol Le Chaletariel dengan minyak tanah dengan skala botol antara 0-1
- b. Masukkan botol ke Le chateriel yang berisi minyak tanah kedalam wadah yang terlebih dahulu telah diisi air, dan memasukkan pula termometer sebagai pengukur suhu.

- c. Tambahkan es batu kedalam wadah tersebut, sehingga suhu air mencapai suhu 4°C.
- d. Pada saat suhu air dengan suhu cairan dalam botol Le Chateriel maka selanjutnya baca skala pada botol sebagai pembacaan nilai (VI).
- e. Saring semen Portland dengan menggunakan saringan No.40 kemudian menimbang sebanyak 64 gram.
- f. Keluarkan botol dari wadah dan memasukkan semen Portland sedikit demi sedikit ke dalam botol yang berisi minyak tanah dengan menggunakan corong kaca dengan menjaga agar semen tidak menempel pada dinding atas bagian dalam botol Le Chateriel.
- g. Masukkan Kembali botol Le Chateriel yang berisi minyak tanah dan semen kedalam wadah dengan tetap menjaga agar suhu air mencapai 4°C.
- h. Pada suhu air yang sama dengan suhu cairan dalam botol le chateriel, skala pada botol dibaca sebagai nilai (V2).
- i. Untuk mencari nilai berat jenis semen digunakan persemiaan sebagai berikut

$$\text{Berat jenis} = \frac{w}{v_1 - v_2} \times y \text{ air} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

W = berat benda uji semen Portland

V₁ = pembacaan pada botol *Le chatelier* yang berisi minyak tanah semen pada suhu 4°C

V₂ = pembacaan pada botol *Le chatelier* yang berisi minyak tanah semen pada suhu 4°C

y air = berat isi air pada suhu 4°C

2.3.3 Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus (Pasir) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton yang memiliki ukuran butir kurang dari 5 mm atau lolos saringan No.30 dan tertahan pada saringan No.40. Agregat halus (pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (stone crusher). Pasir

sungai adalah material alami yang berasal dari proses erosi dan pengendapan di dasar atau tepian sungai. Pasir ini terbentuk dari partikel-partikel kecil batuan dan mineral yang terbawa oleh aliran air sungai dan terendap di suatu tempat. Pasir sungai umumnya memiliki butiran yang halus hingga sedang, serta bentuknya cenderung bulat atau halus karena proses penghalusan oleh air.

Pasir sungai sering digunakan dalam berbagai konstruksi, seperti campuran beton, plester, dan juga sebagai bahan bangunan lainnya karena teksturnya yang halus dan kualitasnya yang baik. Pasir sungai dapat digunakan sebagai komponen struktural beton jika memenuhi beberapa persyaratan teknis yang diperlukan untuk kualitas dan kekuatan beton. Pasir sungai sering digunakan dalam berbagai konstruksi, seperti campuran beton, plester, dan juga sebagai bahan bangunan lainnya karena teksturnya yang halus dan kualitasnya yang baik. Pasir sungai dapat digunakan sebagai komponen struktural beton jika memenuhi beberapa persyaratan teknis yang diperlukan untuk kualitas dan kekuatan beton. Beberapa kondisi yang harus dipenuhi adalah :

- a. Kebersihan: Pasir harus bebas dari bahan organik, lumpur, tanah liat, garam, atau bahan kimia yang dapat mempengaruhi kualitas beton. Kontaminasi dapat melemahkan ikatan antara pasir dan semen.
- b. Ukuran Butiran: Ukuran butiran pasir harus sesuai dengan spesifikasi untuk campuran beton. Pasir yang terlalu halus atau terlalu kasar dapat mempengaruhi kekuatan dan daya tahan beton. Biasanya, pasir dengan gradasi yang baik (campuran ukuran butiran halus dan kasar) lebih ideal
- c. Kandungan Air: Pasir sungai sering kali memiliki kandungan air yang cukup tinggi, sehingga perlu diperhatikan takaran air dalam campuran beton agar tidak berlebihan. Kelebihan air dapat menyebabkan beton menjadi lemah dan mudah retak.

- d. Kekuatan dan Kepadatan: Pasir sungai yang digunakan harus cukup kuat dan memiliki kerapatan yang baik untuk mendukung beban struktural beton
- e. Daya Rekat: Pasir harus memiliki kemampuan untuk mengikat dengan semen dengan baik. Bentuk butiran pasir sungai yang cenderung bulat sering kali mengurangi daya rekat dibandingkan pasir dengan butiran bersudut, sehingga diperlukan perhatian lebih pada komposisi campuran beton.

Agregat halus yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh ASTM. Jika seluruh spesifikasi yang ada telah terpenuhi maka barulah dapat dikatakan agregat tersebut bermutu baik. Adapun spesifikasi tersebut adalah :

- a. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikro (ayakan No.200), tidak boleh melebihi 5% (terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci.
- b. Kadar lumpur tidak boleh melebihi 1% (terhadap berat kering).
- c. Agregat halus harus bebas dari pengotoran zat organik yang jika diuji di Laboratorium tidak menghasilkan warna yang lebih tua dari standart percobaan Abrams Harder dengan batas standarnya pada acuan No.3.
- d. Agregat halus yang digunakan untuk pembuatan beton dan akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang berhubungan dengan tanah basah, jika boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaihan yang berlebihan di dalam mortar atau beton dengan semen kadar alkalinya tidak lebih dari 0,60% atau dengan penambahan yang bahannya dapat mencegah pemuaihan.
- e. Sifat kekal (keawetan) diuji dengan larutan garam sulfat :
 - 1. Jika dipakai Natrium-sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%
 - 2. Jika dipakai magnesium-sulfat, bagian yang hancur maksimum 15%

Tabel 2. 1 Gradasi Saringan Ideal Agregat Halus

Diameter Saringan (mm)	Persen lolos (%)	Gradasi ideal (%)
9,5	100	100
4,75	95-100	95,5
2,36	80-100	90
1,18	50-60	67,5
600	25-60	42,5
300	5-30	17,5
150	0-10	5

(Sumber : ASTM C33/3)

a. Pengujian Karakteristik Agregat Halus

1. Analisa Saringan

Berdasarkan SK SNI M-08-1989-F dan SNI 03-1968-1990. Prosedur pelaksanaan pengujian gradasi butiran pasir sebagai berikut:

- a) Keringkan pasir yang akan diperiksa dengan oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap kemudian diambil sampelnya sebanyak 1000 g.
- b) Timbang masing-masing saringan dalam keadaan kosong dan bersih.
- c) Susun saringan secara urut yaitu saringan dengan nomor 3/8, 4, 8, 16, 30, 50, 100 dan Pan.
- d) Tuangkan pasir keadaan saringan paling atas. Penyaringan dilakukan dengan menggoyangkan saringan selama 30 menit bila secara langsung manual dan 10 menit bila menggunakan mesin goyang.
- e) Diamkan lebih kurang selama 5 menit setelah proses penggoyangan selesai, maksudnya membiarkan kesempatan pada debu/ pasir sangat halus mengendap.
- f) Butiran yang tertahan pada masing-masing saringan kemudian ditimbang untuk mencari modulus halus butiran pasirnya.

- g) Catat hasil percobaan saringan dalam daftar tabel
- h) Lakukan 2 kali percobaan dengan kehilangan berat max. 1% dari berat semula.

Persamaan Analisa saringan untuk pengujian gradasi butiran ialah sebagai berikut.

$$\text{Persen berat tertahan} = \frac{\text{berat tertahan per nomor saringan}}{\text{jumlah berat total (gram)}} \times 100. (2.2)$$

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{\text{jumlah berat tertahan komulatif}}{\text{jumlah berat tertahan}} \dots\dots\dots (2.3)$$

2. Berat Jenis dan Penyerapan Air

Berdasarkan SK SNI 03-1970-1990, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan pasir dilakukan dengan Langkah-langkah sebagai berikut :

- a) Timbang pasir seberat 1.200 gram.
- b) Keringkan pasir dalam tungku dengan suhu sekitar $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.
- c) Rendam pasir dalam air selama 24 jam.
- d) Setelah direndam, buang air perendaman dengan hati-hati agar butiran pasir tidak ikut terbang. Keringkan pasir hingga mencapai keadaan kering permukaan (SSD). Untuk mengetahui kondisi SSD tercapai, ambil kerucut kuning tempatkan di tempat yang rata kemudian masukan sampel 1/3 bagian, gunakan penumbuk untuk 8 kali dan lapisan ke tiga 7 kali.
- e) Timbang pasir kondisi SSD sebanyak 500 gr, ambil 2 sampel
- f) Timbang piknometer dalam keadaan kosong (K)
- g) Isi piknometer kosong dengan air sampai penuh kemudian timbangan (B).
- h) Masukkan pasir kondisi SSD sebanyak 500 gr tadi kedalam piknometer, lalu tambahkan aquades sampai 90% penuh, kocok selama ± 5 menit dengan di dikocok untuk mengeluarkan gelembung udara yang terperangkap diantara butur-butir pasir.

Pengeluaran gelembung udara dapat juga dilakukan dengan memanasi piknometer atau diamkan selama 24 jam untuk mengeluarkan gelembung udara didalamnya.

- i) Setelah gelembung udara keluar, tambahkan air pada piknometer sampai tanda batas penuh 100% agar gelembung udara terbuang, lalu timbang piknometer berisi dan aquades dengan ketelitian 1 gr (Bt).
- j) Timbang talang kosong
- k) Tuangkan pasir dari piknometer kedalam talang (wadah) tersebut lalu oven selama 24 jam sampai beratnya tetap.
- l) Keluarkan sampel dari oven dinginkan lalu timbang untuk mendapatkan berat kering (Bk).

Persamaan Analisa perhitungan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus (pasir) sebagai berikut:

$$\text{Apparent specific gravity} = \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\text{Bulk specific gravity on dry basic} = \frac{Bk}{B+SSD-Bt} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\text{Bulk specific gravity SSD basic} = \frac{SSD}{SSD+B-Bt} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\text{Absorption (penyerapan air)} = \frac{SSD-Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots (2.7)$$

3. Berat Isi Volume

Berdasarkan SK SNI M-10-1989-F pemeriksaan berat isi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Kondisi Lepas :

- a) Ukur volume kontainer (V).
- b) Timbang container dalam keadaan kosong (W1).
- c) Isi container dengan pasir sampai penuh.
- d) Ratakan permukaan container dengan alat Perata
- e) Timbang berat container + pasir (W2).

Kondisi Padat :

- a) Ukur volume container (V2).
- b) Timbang berat container dalam keadaan kosong (W1).

- c) Masukkan pasir ke dalam container $\pm 1/3$ bagian lalu tumbuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.
- d) Ulangi prosedur (3) untuk lapisan ke2
- e) Untuk lapisan terakhir, masukkan aggregate hingga melebihi permukaan atas container lalu tusuk Kembali sebanyak 25 kali
- f) Ratakan permukaannya dengan alat perata.
- g) Timbang berat container + pasir (W2)

Persamaan Analisa perhitungan untuk pengujian berat isi/volume adalah sebagai berikut:

$$\text{Berat Volume} = \frac{W1-W2}{V} \dots\dots\dots(2.8)$$

4. Kadar Lumpur

Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F dan SNI 03-2816-1992, pemeriksaan kandungan lumpur. Prosedur pelaksanaan pengujian pemeriksaan kandungan lumpur agregat halus (pasir) sebagai berikut.

- a) Oven pasir sebanyak 1500 gr selama 24 jam lalu ambil pasir kering tungku seberat 500 gram (W1)
- b) Setelah ditimbang cuci pasir dengan cara masukkan kedalam saringan No. 200 dan diberi air pencuci secukupnya, sehingga benda uji terendam, lalu guncang- guncangkan saringan tadi selama ± 5 menit.
- c) Ulangi langkah kedua (2) hingga air pencuci tampak jernih / tidak keruh
- d) Masukkan butir pasir yang tersisa di ayakan No 200 ke dalam talang dan keringkan kembali dalam oven selama 24 jam dengan suhu 100°C
- e) Timbangan pasir kering tungku kembali (W2)
- f) Selisih berat semula dengan berat setelah dicuci adalah bagian yang hilang (kandungan lumpur atau butiran < 50 micron).
- g) Percobaan dilakukan 2 kali, kemudian dihitung hasil rata-ratanya.

Analisa perhitungan untuk pengujian kadar lumpur agregat halus (pasir), sebagai berikut:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{w_1} \times 100 \dots \dots \dots (2.9)$$

5. Kadar Air

Prosedur pengujian kadar air agregat halus (pasir) adalah sebagai berikut.

- a) Timbangan talang kosong yang digunakan
- b) Pasir timbangan untuk memperoleh berat basah (kondisi lapangan/C)
- c) Setelah di oven selama 24 jam dengan suhu 100°C
- d) Setelah ±24 jam, dinginkan lalu timbang kembali untuk mendapatkan berat kering (D)

Persamaan analisa perhitungan kadar air agregat halus (pasir), sebagai berikut.

$$\text{Kadar Air} = \frac{C - D}{C} \times 100 \dots \dots \dots (2.10)$$

2.3.4 Air Tawar

Air tawar adalah air yang memiliki kandungan garam sangat rendah (biasanya kurang dari 1%) dan umumnya ditemukan di danau, sungai, mata air, serta sumber alami lainnya yang tidak berhubungan langsung dengan laut. Air tawar sangat penting bagi kehidupan di darat, karena digunakan sebagai sumber air minum, irigasi, dan menjadi habitat bagi berbagai macam flora dan fauna. Kaitan air tawar dengan beton terutama terlihat pada pembangunan struktur yang berinteraksi dengan air, seperti bendungan, waduk, kolam, dan jembatan. Beton sering dipilih untuk konstruksi ini karena kekuatannya, daya tahan, serta kemampuannya bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan. Meski begitu, air tawar dapat berdampak pada beton, terutama melalui proses pelapukan atau korosi, terutama jika air tersebut mengandung mineral atau zat lain yang dapat bereaksi dengan komponen beton, seperti kalsium hidroksida. Kandungan bahan kimia atau senyawa organik

dalam air tawar juga dapat mempercepat kerusakan beton, contohnya dengan mempercepat karat pada tulangan besi di dalam beton bertulang. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan bahan aditif dalam campuran beton atau pelapisan pelindung yang mampu meningkatkan ketahanan beton terhadap penetrasi air dan reaksi kimia yang merusak.

2.3.5 Ultrafine Ampas Teh

Ultrafine Ampas Teh merupakan hasil olahan limbah sisa seduhan teh yang dikeringkan lalu digrinding sebanyak dua kali hingga menjadi partikel sangat halus. Pengolahan ini bertujuan untuk menghasilkan distribusi partikel yang lebih seragam dan memudahkan pencampuran ke dalam mortar. Ukuran partikel yang kecil diharapkan dapat berperan sebagai bahan tambahan yang membantu memperbaiki kepadatan mortar, sekaligus sebagai upaya pemanfaatan limbah organik menjadi bahan bangunan yang lebih ramah lingkungan.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji pemanfaatan limbah teh dalam campuran mortar dan beton. Jakhrani dkk. (2025) meneliti abu limbah teh olahan dan menemukan bahwa penambahan sebesar 10% dapat meningkatkan kekuatan tekan beton pada umur 90 hari sebesar 4,57%, sekaligus menurunkan emisi karbon. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa limbah teh memiliki potensi dalam aplikasi beton berkelanjutan. Sementara itu, Khan dkk. (2019) menyatakan bahwa penambahan ampas teh dalam kadar 1–3% dapat mempercepat hidrasi awal dan meningkatkan kestabilan struktur mortar, tetapi penggunaan pada kadar 5% justru menyebabkan penurunan kekuatan awal.

Nasr dkk. (2019) meneliti abu teh hitam sebagai bahan pengganti parsial semen dalam mortar. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan hingga 7,5% mampu meningkatkan kekuatan tekan, sedangkan pada kadar 10% kekuatannya setara dengan mortar normal. Namun, sifat lentur mulai menurun sejak kadar 5% ke atas. Penelitian lain oleh Al Biajawi dkk. (2023) juga menunjukkan bahwa limbah teh dapat meningkatkan kepadatan dan menurunkan daya serap air, terutama jika

digunakan dalam jumlah kecil. Penelitian-penelitian ini memperkuat bahwa penggunaan limbah teh memiliki pengaruh terhadap durabilitas mortar, baik dari aspek kekuatan maupun penyerapan air.

Berdasarkan hasil-hasil tersebut, penggunaan Ultrafine Ampas Teh dapat dianggap sebagai alternatif bahan tambahan yang layak digunakan dalam mortar. Selain membantu mengurangi limbah organik, bahan ini juga memiliki potensi dalam meningkatkan performa mortar terutama dari sisi daya serap, ketahanan terhadap korosi, dan penetrasi ion klorida. Namun, efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh kadar yang digunakan. Oleh karena itu, penentuan dosis yang tepat menjadi hal penting untuk memastikan hasil yang optimal pada durabilitas mortar.

2.3.6 Perawatan (curing)

Perawatan (*curing*) merupakan proses penting dalam pengerasan beton atau mortar yang bertujuan untuk menjaga kelembaban dan suhu material agar reaksi hidrasi semen berlangsung dengan optimal. Proses ini sangat berpengaruh terhadap kekuatan akhir, ketahanan terhadap retak, serta durabilitas jangka panjang. Menurut ASTM C511-21, *curing* diperlukan untuk menciptakan lingkungan yang memungkinkan perkembangan kekuatan dan stabilitas volume beton secara maksimal. Tanpa perawatan yang baik, risiko terjadinya susut plastis dan kekuatan tekan rendah akan meningkat secara signifikan. Metode curing umumnya dibedakan menjadi beberapa jenis, di antaranya:

- a. *Curing* dengan air (*water curing*), yaitu perendaman atau pembasahan permukaan beton secara terus-menerus.
- b. *Curing* dengan penutup lembab (*wet covering*), menggunakan material seperti goni atau geotextile yang dibasahi.
- c. *Curing* kimiawi (*membrane curing*), yaitu penyemprotan senyawa kimia berbentuk cair yang membentuk lapisan kedap air di permukaan beton.
- d. *Curing* dengan uap (*steam curing*), yang diterapkan pada beton pracetak untuk mempercepat proses pengikatan.

Jenis-jenis curing ini dijelaskan dalam SNI 03-2834-2000 dan ASTM C511, serta dipilih berdasarkan kebutuhan proyek dan kondisi lingkungan.

Durasi dan metode perawatan sangat memengaruhi mutu akhir dari beton maupun mortar. SNI 03-2834-2000 menetapkan bahwa waktu perawatan minimum adalah 7 hari untuk beton normal dan 14 hari untuk beton mutu tinggi. Pada kondisi cuaca panas atau kering, beton harus dilindungi dari penguapan air permukaan yang terlalu cepat agar tidak terjadi retak susut plastis. Sementara itu, SNI 7656:2010 menegaskan bahwa kualitas *curing* memengaruhi kekedapan, ketahanan terhadap klorida, dan kekuatan tekan jangka panjang. Oleh karena itu, perawatan bukan hanya pelengkap, tetapi merupakan bagian integral dari proses konstruksi yang harus dilaksanakan secara disiplin dan terencana.

2.4 Durabilitas Mortar

Durabilitas merupakan salah satu aspek penting dalam kinerja beton maupun mortar karena berhubungan langsung dengan umur layan struktur. Secara umum, durabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan suatu material untuk bertahan terhadap pengaruh lingkungan tanpa mengalami kerusakan yang berarti selama masa penggunaannya.

Menurut SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, durabilitas adalah kemampuan beton untuk tetap bertahan terhadap kondisi lingkungan tempat beton tersebut digunakan. Artinya, beton harus didesain sedemikian rupa agar mampu menahan pengaruh eksternal yang mungkin terjadi, seperti lingkungan lembab, air laut, atau paparan bahan kimia agresif. Selain itu, Mehta dan Monteiro (2014) menjelaskan bahwa durabilitas beton adalah kemampuan beton untuk mempertahankan bentuk, kualitas, dan fungsi strukturnya dalam jangka panjang, meskipun dipengaruhi oleh lingkungan eksternal. Hal ini menegaskan bahwa beton yang tahan lama tidak hanya memiliki kekuatan yang baik, tetapi juga resistensi terhadap proses degradasi seperti karbonasi, serangan sulfat, penetrasi ion klorida, dan siklus basah-kering. Dengan demikian, dapat

disimpulkan bahwa durabilitas merupakan kemampuan beton atau mortar untuk mempertahankan sifat dan kinerjanya dalam jangka waktu lama, dengan menahan pengaruh lingkungan fisik, kimia, maupun biologis, sehingga struktur tetap aman dan berfungsi sesuai umur rencananya.

Dalam peneltian oleh (Eniarti dkk., 2025) disebutkan bahwa durabilitas mortar sangat tergantung pada kualitas komposisi campuran dan material penyusun yang mencakup penggunaan adiktif lokal untuk menciptakan mortar yang lebih tahan lama. Berikut adalah beberapa durabilitas mortar yang telah kami uji di labolatorium:

2.4.1 Daya Serap Air (ASTM C642-13)

Uji daya serap bertujuan untuk mengetahui kemampuan mortar dalam menyerap air melalui pori-porinya. Semakin tinggi daya serap air, semakin banyak pori terbuka yang dimiliki material, sehingga ketahanan mortar terhadap serangan lingkungan akan berkurang. Menurut ASTM C642-13 *Standard Test Method For Density, Absorption, and Voids In Hardened Concrete*. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan berat benda uji pada kondisi kering (A) dengan pada kondisi jenuh kering permukaan (SSD).

a. Berat kering (A)

Untuk mendapatkan nilai berat kering (A) dilakukan pengovenan benda uji selama 9 jam pada suhu 150°C. Setelah dioven, kemudian didiamkan selama 30 menit untuk ditimbang berat kering oven (A). setelah itu direndam selama 14 jam.

b. Berat SSD/kering permukaan (C)

Setelah direndam selama 14 jam, benda uji dimasak selama 6 jam. Setelah itu, benda uji diangkat dan diamkan selama 3 jam. Setelah itu benda uji ditimbang dalam air menggunakan timbangan berat jenis (*specific gravity*). Kemudian lap permukaan benda uji hingga benda uji SSD dan selanjutnya benda uji ditimbang SSD (C) Adapun rumus untuk mencari nilai rata- rata penyerapan air adalah sebagai berikut

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

\bar{x} = rata-rata sampel

Σ = simbol sigma (menunjukkan penjumlahan)

X = nilai data

n = banyaknya data

Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan daya serap air adalah sebagai berikut:

$$\text{Daya serap air} = \frac{C-A}{A} \times 100\% \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan:

C = berat SSD/kering permukaan

A = berat kering setelah dioven

Mortar dengan nilai daya serap rendah menunjukkan struktur yang lebih rapat, tahan terhadap penetrasi air maupun ion agresif dan memiliki durabilitas lebih baik.

2.4.2 Korosi Baja Tulangan (HCP)

Half-Cell Potential (HCP) adalah metode pengujian non-destruktif yang digunakan untuk mengetahui kemungkinan terjadinya korosi pada baja tulangan yang tertanam di dalam beton. Prinsip dasar HCP adalah mengukur beda potensial listrik antara baja tulangan (sebagai working electrode, WE) dengan elektroda referensi (reference electrode, RE) yang ditempatkan di permukaan beton. Nilai beda potensial yang diukur mencerminkan aktivitas elektrokimia baja dalam beton. Metode pengujian ini menggunakan referensi elektroda berbahan Ag/AgCl dan pengujian ini dilakukan setiap 7 hari sekali selama perawatan beton. Semakin negatif nilai potensial yang tercatat, maka semakin besar kemungkinan baja tulangan mengalami korosi aktif. Sebaliknya, semakin positif nilainya, maka baja tulangan relatif lebih pasif atau terlindungi. Perlu dicatat bahwa HCP tidak mengukur laju korosi secara langsung, melainkan memberikan indikasi probabilitas terjadinya korosi. Oleh sebab itu, metode ini sangat berguna untuk pemantauan, pemeliharaan, dan evaluasi kondisi struktur beton bertulang dalam jangka Panjang. Pengujian ini mengacu pada

standard test method for corrosion potentials of uncoated reinforcing steel in concrete. Nilai *Half-cell potensial* (HCP) diambil dari rata-rata 3 kali pengambilan data yang diukur menggunakan multimeter dan referensi elektroda (RE) yang disambungkan ke benda uji (Dahlia Patah dkk., 2022). kriteria korosi berdasarkan metode *half cell potensial* ditunjukkan pada tabel 2.3 berikut:

Tabel 2. 2 Kriteria Korosi Berdasarkan *Metode Half-cell Potential*

Cu/CuSO ₄	Ag/AgCl	Tingkat Korosi
>-200	>-106	10% resiko korosi (rendah)
-200 sd -350	-106 sd -256	50% resiko korosi (sedang)
<- 350	<-256	>90 % resiko korosi (tinggi)
<-500	<-406	100 % resiko korosi (sangat tinggi)

(Patah dkk., 2022)

Hasil pembacaan berupa beda potensial (mV), semakin tinggi beda potensial maka semakin tinggi indikasi korosi di dalam beton. Selain melihat indikasi korosi yang terjadi, nilai potensial juga menjadi acuan dalam menentukan kering tidaknya beton tersebut. Daya tahan struktur beton mempunyai dampak langsung dalam ekonomi industri konstruksi sipil. Korosi yang disebabkan oleh klorida diketahui sebagai salah satu penyebab utama degradasi struktur beton bertulang (Dahlia patah dkk,2020).

2.4.3 Kedalaman Ion Klorida (ASTM C-1556-11a)

Pengujian kedalaman penetrasi ion klorida bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh ion klorida telah masuk ke dalam pori-pori mortar. Penetrasi klorida penting untuk dikaji karena keberadaan ion ini dapat menyebabkan kerusakan serius pada struktur beton bertulang, khususnya melalui proses korosi tulangan. Ion klorida yang masuk ke dalam struktur dapat merusak lapisan pasif pelindung baja, sehingga mempercepat timbulnya karat dan menurunkan kekuatan serta umur struktur. Oleh karena itu, kemampuan mortar dalam menahan penetrasi

klorida merupakan salah satu indikator utama dari aspek durabilitasnya (Nur, 2024).

Analisis *colorimetric* merupakan metode yang banyak digunakan secara luas untuk mengkarakterisasikan kandungan klorida di dalam material berbasis semen. Menurut ASTM C1556-11a “*Standard Test Method For Determining The Apparent Chloride Duffusion Coefficient Of Cementitious Mixtures By Bulk Duffusion*”, uji penetrasi ion klorida dilakukan dengan merendam benda uji dalam larutan natrium klorida (NaCl) selama periode tertentu, kemudian kedalaman ion klorida ditentukan dengan metode visual atau pewarnaan. Peneliti menggunakan larutan AgNO₃ untuk mempelajari penetrasi klorida pada material berbasis semen. Reaksi ion perak dan ion klorida dalam larutan pori membentuk warna putih AgCl pada daerah yang terkontaminasi klorida, sedangkan pada daerah yang tidak terkontaminasi klorida menghasilkan warna coklat Ag₂O. Batas warna antara putih dan coklat dapat digunakan untuk menentukan kedalaman penetrasi klorida. Pada metode visual digunakan rata-rata kedalaman dari beberapa titik pengukuran sebagai hasil akhir. Adapun persamaan yang digunakan yaitu:

$$\text{Kedalaman Penetrasi Rata-Rata (mm)} = \frac{\sum d_i}{n} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

d_i = kedalaman penetrasi pada titik ke-i (mm)

n = Jumlah titik Pengukuran



Gambar 2.1 Ilustrasi potongan benda uji setelah disemprot Larutan AgNO₃
Sumber : (Real dkk., 2015)

Permukaan potongan menunjukkan dua zona warna yang berbeda. Bagian bawah yang lebih terang/putih merupakan daerah yang terkontaminasi ion klorida, ditandai dengan terbentuknya endapan AgCl . Sedangkan bagian atas yang lebih gelap/cokelat merupakan daerah yang tidak terkontaminasi ion klorida, ditandai dengan terbentuknya senyawa Ag_2O . Garis hitam ditarik mengikuti batas perubahan warna yang jelas, sehingga menunjukkan kedalaman penetrasi ion klorida.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Sipil Universitas Sulawesi Barat, dengan judul “*Peningkatan Durabilitas Mortar Menggunakan Ultrafine Ampas Teh*”, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan ultrafine ampas teh 5% (A-FR-T) paling efektif menekan daya serap mortar pada umur 91 hari sebesar 11,03%, lebih rendah dibanding N-FR-T (normal) sebesar 11,22%, B-FR-T (7,5%) sebesar 16,16%, dan C-FR-T (10%) sebesar 17,14%, sehingga menunjukkan performa terbaik dalam mengurangi penyerapan air.
2. Penggunaan *ultrafine* ampas teh sebagai pengganti sebagian semen berpengaruh nyata terhadap nilai *Half Cell Potential* (HCP). Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua variasi mengalami penurunan nilai seiring bertambahnya umur beton. Pada umur 91 hari, variasi 7,5% (B-FR-T) *ultrafine* ampas teh memberikan hasil baik dengan nilai -52,7 mV (kategori rendah), dibandingkan variasi 10%(C-FR-T) sebesar -64,1 mV, 5% (A-FR-T) (-117,9 mV), dan beton normal (N-FR-T) -12,53 mV. Dengan demikian, penggunaan *ultrafine* ampas teh sebesar 7,5% adalah variasi paling efektif untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap korosi baja tulangan.
3. Penetrasi ion klorida terendah yaitu pada mortar normal (39,349 mm yang menunjukkan struktur paling rapat dan durabilitas lebih baik. Mortar A-FR-T (5%) memiliki nilai 41,941 mm, sedangkan B-FR-T (7,5%) sebesar 45,840 mm dan C-FR-T (10%) sebesar 47,064 mm menunjukkan penetrasi lebih dalam, yang berarti struktur lebih berpori dan risiko korosi lebih tinggi. Hal ini membuktikan bahwa variasi A-FR-T (5%) merupakan variasi paling efektif di antara penambahan ultrafine ampas teh dalam menahan penetrasi ion klorida, sehingga mampu meningkatkan ketahanan terhadap serangan ion agresif dibanding variasi 7,5% dan 10%.

5.2 Saran

Dari penelitian yang dilakukan oleh penulis, maka penulis menyampaikan beberapa saran yaitu sebagai berikut :

- 1 Penelitian dapat dilakukan lebih lanjut dengan metode pengujian jangka Panjang, guna mengetahui kestabilan mortar dalam kurun waktu lebih dari 91 hari, sekaligus mengoptimalkan hasil terhadap lingkungan agresif.
- 2 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan beberapa jenis pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials [ASTM], C150, TypesOf Portland Cement, ASTM.
- American Society for Testing and Materials [ASTM], C-188, Standard specification for Concrete Agregates, ASTM.
- American Society for Testing and Materials [ASTM], C33/03, Pengujian Berat Jenis dengan Menggunakan Le Chaterial Flaks, ASTM
- ASTM International. (2015). *Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete (ASTM C876–15)*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM C188. (2016). Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement. ASTM International.
- ASTM C642-13. (2013). Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete. ASTM International
- ASTM C867-22b. (2022). Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field. ASTM International.
- ASTM C1556-11a. (2011). Standard Test Method for Determining the Apparent Chloride Diffusion Coefficient of Cementitious Mixtures by Bulk Diffusion. ASTM International.
- ASTM International. (2002). *Standard Specification for Mortar for Unit Masonry (ASTM C270–07)*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM International. (1991). *Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete (ASTM C876–91(1999))* [Withdrawn 2008]. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM International. (n.d.). *Standard Test Method for Chemical Resistance of Mortars, Grouts, Monolithic Surfacing and Polymer Concretes (ASTM C-188)*. West Conshohocken, PA: ASTM International. (*Untuk pemeriksaan berat jenis semen*)
- Al Biajawi, M. I., Abdulrahman, M. F., Saod, W. M., Hilal, N., Embong, R., & Sor,

- N. H. (2023). Investigation the effect of nanocarbon tube prepared from tea waste on microstructure and properties of cement mortar. *Environmental Science and Pollution Research*, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-31606-1>
- Amry Dasar, Dahlia Patah, I. Ridhayani, H. Suryani, A. I. Saudi, & S. Sainuddin. (2023). *Perbandingan kinerja bata beton menggunakan abu cangkang sawit, abu sekam padi dan abu serat sagu. Jurnal Teknologi Terpadu*
- Amry Dasar & Dahlia Patah. (2024). *Strength and Durability of Paving Block with Seawater and POFA (Palm Oil Fuel Ash). Key Engineering Materials*, 1000, 11–22
- Asri, Djuriawan, A., & Putra, R. (2021). Beton ramah lingkungan dari abu hasil pembakaran limbah kelapa sawit dan daun teh. *Jurnal Konstruksi Berkelanjutan*, 5(2), 55–63.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-6825-2002: Campuran pasir, air, dan semen Portland untuk mortar dengan komposisi tertentu*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (1998). *SNI 03-4817-1998: Mortar – Definisi dan komposisi umum*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2847-2002 (revisi 2019): Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000: Kedalaman penetrasi klorida pada beton dan mortar*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989). *SNI M-08-1989-F & SNI 03-1968-1990: Prosedur pengujian gradasi butiran pasir*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1970-1990: Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan pasir*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989). *SNI S-04-1989-F & SNI 03-2816-1992: Pemeriksaan kandungan lumpur pada pasir*. Jakarta: BSN.

- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 2493-2011 & SNI 03-2491-2002: Tata cara perawatan benda uji mortar di laboratorium*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *SNI 15-2049-2004: Semen Portland – Persyaratan bahan dan mutu*. Jakarta: BSN.
- Dahlia, P., & Dasar, A. (2022). Pengaruh abu sekam padi terhadap beton berkelanjutan. *Jurnal Konstruksi Hijau*, 7(1), 14–23.
- Dasar, A., Patah, D., & Ridhayani, I. (2023). Pemanfaatan abu cangkang sawit, abu sekam padi, dan abu serat sugu terhadap sifat beton. *Jurnal Teknik Sipil Nusantara*, 12(1), 45–54.
- Dasar, A., Patah, D., & Ridhayani, I. (2024). Pengaruh abu cangkang sawit terhadap sifat mekanik dan durabilitas beton. *Civil Engineering Journal*, 10(1), 45–56.
- Eniarti, M., Ngudiyono, N., Merdana, I. N., Sulistyowati, T., Rawiana, S., Natasya, R. D., & Maulana, O. (2025). Durabilitas Mortar Dengan Replacement Bahan Pozzolan Terhadap Lingkungan Agresif. *Spektrum Sipil*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.29303/spektrum.v12i1.379>
- Inor-, O., & Statements, B. (2023). *Designation: C188 – 17 (Reapproved 2023) Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement 1. 17*(Reapproved), 1-2.
- Jakhrani, S. H., Kumar, A., & Akhter, J. (2025). *Effect of Tea Waste Particles on Chloride Ion Penetration in Cement-Based Mortars*. 14(1), 1185–1194.
- Nasr, M., Hasan, Z., & Abed, M. (2019). Mechanical Properties of Cement Mortar Made with Black Tea Waste Ash as a Partial Replacement of Cement. *Engineering and Technology Journal*, 37(1C), 45–48. <https://doi.org/10.30684/etj.37.1c.7>
- Nur, N. (2024). *Kekuatan Dan Durabilitas Baja Tulangan Pada Beton Menggunakan Pasir Pantai*. <http://repo.unsulbar.ac.id/id/eprint/325/>
- Patah, D., Dasar, A., & Nurdin, A. (2022). Durabilitas Baja Tulangan pada Beton Menggunakan Material Batu Gamping, Pasir Laut dan Air Laut dalam Campuran Beton. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 28(1), 109–117.
- Real, L. V., Oliveira, D. R. B., Soares, T., & Medeiros, M. H. F. (2015). Método colorimétrico por aspersión de nitrato de plata para la evaluación de la penetración de cloruros en concreto: estado del arte. *Revista ALCONPAT*, 5(2), 149–159. <https://doi.org/10.21041/ra.v5i2.84>
- Wulandari, M., Zahratussaadah, Z., Nofrizal, N., Raja, P. B., & Andreas, A. (2023). *Black Tea Waste as Corrosion Inhibitor for Carbon Steel in 0 . 5 M HCl Medium*. 23(6), 1664–1675. <https://doi.org/10.22146/ijc.84891>

Zuraidah, S., & Hastono, B. (2018). Pengaruh Variasi Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 1(1), 8–13. <https://doi.org/10.25139/jprs.v1i1.801>