

**SKRIPSI**

**PENGARUH PARTIKEL ABU SEKAM PADI DAN AIR LAUT  
TERHADAP KEKUATAN DAN POROSITAS MORTAR**

Diajukan untuk memnuhi sebagai persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada  
Jurusan Teknik Sipil



Disusun Oleh:

**MUHAMMAD AZHAR**

**D01 21 352**

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH PARTIKEL ABU SEKAM PADI DAN AIR LAUT  
TERHADAP KEKUATAN DAN POROSITAS MORTAR**

**SKRIPSI**

Oleh  
**MUHAMMAD AZHAR**

**NIM: D0121352**

**(Sarjana Jurusan Teknik Sipil)**

**(Universitas Sulawesi Barat)**

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh gelar Sarjana Teknik Tanggal 13 Maret 2025

Mengetahui,

**Pembimbing I**



**Irma Ridhavani, S.T., M.T.**  
NIP. 198003142024212011

**Pembimbing 2**



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

**Ketua Jurusan**

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

**Dekan Fakultas Teknik**

  
**Dr. Ir. Hafsa Nirwana, M.T.**  
NIP. 19640405 199003 2 002

**ABSTRAK**  
**PENGARUH PARTIKEL ABU SEKAM PADI DAN AIR LAUT**  
**TERHADAP KEKUATAN DAN POROSITAS MORTAR**

Muhammad Azhar

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat

[azhar@gmail.com](mailto:azhar@gmail.com)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu sekam padi sebagai bahan tambah dan pengganti semen 10%, serta air laut terhadap kuat tekan dan porositas mortar pada umur 7, 28, dan 56 hari. Metode yang digunakan adalah uji eksperimental mengacu pada SNI dan literatur terkait. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada umur 7 hari, mortar tanpa abu sekam padi (N-ST) memiliki kuat tekan tertinggi (24.67 MPa), sedangkan mortar dengan abu sekam padi (GXA-ST dan GA-ST) lebih rendah. Pada umur 28 dan 56 hari, mortar GXA-ST menunjukkan peningkatan kuat tekan (30.45 MPa dan 36.82 MPa), sementara GA-ST memiliki kuat tekan terendah (25.53 MPa dan 28.96 MPa). Porositas pada umur 28 hari menunjukkan GA-ST memiliki porositas tertinggi (27.98%), dan GXA-ST terendah (23.47%). Pada umur 56 hari, GA-ST memiliki porositas tertinggi (21.68%), diikuti GXA-ST (19.40%) dan N-ST (39.01%). Abu sekam padi sebagai bahan tambah (GXA-ST) efektif meningkatkan kekuatan tekan dan mengurangi porositas, sementara sebagai pengganti semen (GA-ST) memperlambat kekuatan tekan dan meningkatkan porositas. Secara keseluruhan, abu sekam padi lebih efektif sebagai bahan tambah dalam meningkatkan kekuatan tekan dan mengurangi porositas, serta berpotensi mengurangi dampak pencemaran lingkungan, sementara air laut dapat menjadi alternatif sumber daya untuk mortar.

**Kata kunci** : Abu Sekam Padi, Air Laut, Kuat Tekan, Porositas, Mortar

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Perkembangan zaman era globalisasi yang semakin maju menimbulkan perkembangan teknologi konstruksi yang semakin pesat. Perkembangan teknologi konstruksi diperlukan agar kebutuhan bahan konstruksi tersedia dengan mudah dan cepat, namun menimbulkan beberapa sisi negatif dalam pelaksanaannya. Penggunaan bahan baku konstruksi dilakukan secara besar-besaran untuk memenuhi kebutuhan konstruksi di Indonesia, sehingga diperlukan upaya untuk mengurangi penggunaan bahan baku konstruksi agar tidak berdampak pada kerusakan lingkungan. Upaya yang dapat dilakukan yaitu menggunakan limbah sebagai bahan tambah atau pengganti bahan baku konstruksi.

Mortar adalah campuran antara agregat halus (pasir), air dan bahan perekat. Mortar sebagai bahan perekat untuk konstruksi struktural digunakan untuk pasangan batu pecah pada pondasi, mortar untuk konstruksi non struktural digunakan pada pasangan bata sebagai bahan pengisi dinding. Kuat tekan mortar dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kepadatan, umur mortar, jenis bahan ikat dan sifat agregat (SNI 03-6225-2002).

Pentingnya fungsi mortar sebagai bahan konstruksi, maka dilakukan penelitian bagaimana dapat meningkatkan kualitas mortar salah satunya dengan menggunakan limbah abu sekam padi. Sekam padi merupakan limbah dari penggilingan padi, sekam padi yang telah dibakar mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan kalsium hidroksida ( $\text{Ca(OH)}_2$ ). Penambahan abu sekam padi dalam persentase tertentu dapat meningkatkan kekuatan mortar semen karena menghasilkan reaksi hidrasi semen yaitu kalsium silikat hidrat (Bilgqis, 2012).

Abu sekam padi memiliki unsur manfaat untuk peningkatan kekuatan beton, mempunyai sifat pozzolan dan mengandung silika yang sangat menonjol, bila unsur ini dicampur dengan semen akan menghasilkan kekuatan beton yang tinggi. Dari pembakaran sekam padi menghasilkan abu sekam padi, abu sekam padi merupakan salah satu bahan yang potensial digunakan di Indonesia karena produksi yang tinggi dan penyebaran yang luas. Abu sekam padi yang dihasilkan dari sisa pembakaran

mempunyai sifat pozzolan yang tinggi karena mengandung Silika (Simanjuntak dkk., 2020).

Banyaknya masyarakat yang membuat batu bata di daerah Wonomulyo menyebabkan limbah abu sekam padi sangat banyak bertumpuk dan mencemari lingkungan. Dari kondisi ini, maka harus di cari alternatif untuk menyelesaikan masalah ini, yaitu memanfaatkan limbah abu sekam padi untuk pembuatan beton mortar. Abu sekam padi dapat diaplikasikan sebagai pengganti Sebagian semen dalam pembuatan mortar karena selain mudah didapatkan juga bisa memberikan nilai ekonomis terhadap abu sekam padi dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

Dalam penggunaan bahan tambah abu sekam padi, penelitian ini juga menggunakan air laut sebagai bahan pengganti air tawar. Penggunaan air laut telah di teliti oleh (Rahmat,dkk,2019). Penelitian ini menggunakan pencampuran air laut agar dapat mengetahui pengaruh air laut terhadap beton, khususnya pengaruh terhadap kuat tekan beton. Penggunaan air laut dengan presentase 15% mencapai kuat tekan beton sebesar 17.71 MPa dimana mengalami peningkatan dari beton normal yaitu 13.33 MPa. Pada campuran air laut 30% mencapai kuat tekan beton sebesar 18.59 MPa. Sehingga persentase penggunaan air laut sebesar 30% merupakan peningkatan maksimum dari pencampuran air laut dalam membuat beton. Air laut juga merupakan sumber daya alam yang sangat besar pada wilayah pesisir khususnya di Kabupaten Majene.

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini dicoba dilakukan eksperimen untuk pemanfaatan abu sekam padi merupakan bahan tambah yang digunakan pada eksperimen ini, pasir, air laut dan semen pada pembuatan beton yang diharapkan dapat menghasilkan beton dengan keunggulan kualitas kekuatan tinggi atau durabilitas beten terhadap lingkungan.

Berangkat dari latar belakang diatas, maka peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul ***“pengaruh partikel abu sekam padi dan air laut terhadap kekuatan dan porositas mortar”***.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti pengangkat rumusan masalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana pengaruh abu sekam padi sebagai bahan tambah dan ganti sebanyak 10% serta air laut terhadap kuat tekan mortar pada umur 7, 28, serta 56 hari?
- b. Bagaimana pengaruh abu sekam padi sebagai bahan tambah dan ganti sebanyak 10%, serta air laut terhadap porositas mortar pada umur 28, serta 56 hari?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

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

- a. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh abu sekam padi sebagai bahan tambah dan ganti sebesar 10% serta air laut terhadap kuat tekan mortar pada umur 7, 28, serta 56 hari.
- b. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh abu sekam padi sebagai bahan tambah dan ganti sebesar 10%, serta air laut terhadap porositas mortar pada umur 28, serta 56 hari.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas beton dan memberikan solusi terhadap bahan pemanfaatan air laut dan bahan tambah abu sekam padi yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

## **1.5 Batasan Masalah**

Agar permasalahan dalam penelitian ini berjalan secara efektif ataupun tidak terlalu luas, maka ruang lingkup pembahasannya dibatasi sebagai berikut:

- a. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Sulawesi Barat.
- b. Semen yang digunakan adalah semen Portland komposit (PCC) tipe I.
- c. Bahan pelekats atau tambahan yang digunakan adalah abu sekam padi yang lolos saringan 50 mesh sebanyak 10% (digunakan sebagai bahan penambah dan pengganti semen). Yang berasal dari Kecamatan Mapilli, Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat.

- d. Agregat halus yang digunakan adalah pasir sungai yang berasal dari Kecamatan Mapilli, Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat yang lolos saringan No. 04.
- e. Pencampuran air menggunakan air laut yang berasal dari pangali-ali Kecamatan Banggae, Kabupaten Mejene, Provinsi Sulawesi Barat.
- f. Sebelum agregat halus digunakan terlebih dahulu dicuci semua, untuk memastikan kadar lumpur dalam agregat halus tidak tinggi.
- g. Benda uji cetak kubus berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm untuk kuat tekan umur 7, 28, 56 hari.
- h. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 28, dan 56 hari.
- i. Benda uji cetak kubus berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm untuk porositas umur 28 hari, dan 56 hari.
- j. Pengujian porositas dilakukan pada umur 28 dan 56 hari.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dan memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Selain itu, untuk menghindari anggapan kesamaan dengan penelitian ini. Maka dalam tinjauan pustaka ini peneliti mencantumkan hasil penelitian terdahulu sebagai berikut:

- a. Mortar Abu Sekam Padi dan Air Laut: Alternatif Material untuk Lingkungan Pesisir (Julia, et al., 2024)

Penelitian ini mengkaji potensi penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam campuran mortar yang menggunakan air laut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sifat mekanis dan ketahanan mortar terhadap lingkungan agresif pesisir, yang meliputi paparan air asin dan korosi. Abu sekam padi dipilih karena ketersediaannya yang melimpah dan sifatnya sebagai limbah pertanian yang dapat digunakan kembali. Air laut, di sisi lain, dipertimbangkan sebagai sumber air alternatif untuk pengadukan mortar di wilayah pesisir yang sering mengalami keterbatasan akses terhadap air tawar. Penelitian menganalisis nilai uji kuat tekan dan resistivitas listrik pada benda uji dengan variasi penambahan abu sekam padi 10%, 20 %, hingga 30% terhadap berat semen dan pencampuran air laut pada umur uji 28 dan 91 hari. Hasil peneltiian menunjukkan nilai kuat tekan optimum pada variasi benda uji penambahan 20% abu sekam padi terhadap berat semen umur 91 hari sebesar 36,20 Mpa dengan hasil resistivitas listrik masuk dalam kategori sangat rendah terhadap laju korosi meskipun terkontaminasi ion klorida.

- b. Studi Pengaruh Air Laut Pada Mortar Beton Normal Dan Mortar Beton Dengan Fly Ash (Qomaruddi, et al., 2017)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati perilaku mortar berbasis fly ash terhadap kuat tekan, kuat tarik lentur, dan absorpsinya dengan



melakukan substitusi semen dengan prosentase fly ash 20% dari perbandingan massa diikuti perendaman dengan air tawar dan air laut yang diambil dari perairan Jepara. Dalam penelitian ini digunakan benda uji untuk kuat tekan berupa kubus 50 x 50 x 50 mm (ASTM C109/C109M – 16), benda uji untuk pengujian kuat tarik lentur berbentuk balok 40 x 40 x 160 mm (ASTM C348 – 14), dan silinder 100 x 200 mm untuk pengamatan perilaku absorpsi (ASTM C1585 – 13). Benda uji tanpa fly ash yang direndam dengan air tawar bertindak sebagai benda uji kontrol. Benda uji tanpa fly ash yang direndam air laut menghasilkan kuat tekan tertinggi, tetapi benda uji dengan fly ash yang direndam air tawar tidak menunjukkan hasil yang lebih tinggi. Berbeda dengan hasil kuat tekan, benda uji tanpa fly ash yang direndam air laut menghasilkan kuat tarik lentur terendah, sedangkan keberadaan fly ash pada benda uji kategori lain memberikan dampak yang kecil. Dalam pengujian absorpsi, penggunaan mortar dengan fly ash dengan rendaman air laut mengakibatkan peningkatan kecepatan dan tingkat absorpsi, sedangkan fly ash pada benda uji yang direndam dengan air tawar tidak memberikan pengaruh yang berarti dalam perilaku absorpsi mortar.

- c. Kuat Tekan Dan Porositas Mortar Serbuk Karet Pada Suhu Tinggi (Pratiwi, et al., 2019)

Pada penelitian ini serbuk karet dengan ukuran lebih kecil dari serat karet dari olahan ban bekas pada industri vulkanisir ban digunakan sebagai bahan tambah untuk meningkatkan ketahanan mortar pada suhu tinggi. Serbuk ban bekas yang digunakan berupa partikel kecil dengan variasi sebesar 0%, 2,5%, dan 5% dari berat semen. Benda uji berupa mortar ukuran 50x50x50mm yang dirawat selama 28 hari dalam air, kemudian dibakar dalam oven tungku (furnace) dengan suhu bervariasi yakni 2500C, 5000C dan 7500C selama 1 jam. Mortar yang dirawat pada suhu ruang dijadikan sebagai kontrol atau pembanding. Setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan dan porositas semua benda uji pada umur 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mortar dengan penggunaan serbuk karet dapat meningkatkan kuat tekan mortar yang terpapar suhu tinggi. Kuat tekan tertinggi sebesar 15,92 MPa dihasilkan oleh

mortar serbuk karet dengan persentase 5% setelah dibakar pada suhu 5000C. Peningkatan kuat tekan sebesar 31.66% tersebut dibanding mortar tanpa serbuk karet menunjukkan bahwa semakin besar persentase serbuk karet, maka akan semakin tinggi ketahanan mortar pada suhu tinggi. Porositas mortar terus mengalami penurunan dengan peningkatan persentase serbuk karet, dengan porositas terkecil adalah mortar serbuk karet 5% yang dibakar pada suhu 5000C. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa secara umum serbuk karet dapat meningkatkan kuat tekan dan mengurangi porositas mortar pada suhu 5000C.

- d. Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Mortar (Fatmawati, et al., 2020)

Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen (OPC) pada campuran mortar. Di samping itu, dengan penggunaan limbah abu sekam padi ini akan dianalisis kuat tekan. Limbah abu sekam padi yang digunakan dari pembakaran bata di daerah Mranggen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen di Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. Dengan membuat benda uji Kubus 5x5x5 yang berjumlah 45 (empat puluh lima), dengan rincian masing-masing variasi 3 kubus (umur 7 har,14 hari dan 28 hari). Dari hasil pengujian Kuat Tekan Mortar Normal rata-rata umur 28 hari adalah 41.17 Mpa, 5% abu sekam adalah 32.72 Mpa, 10% abu sekam adalah 23.22 Mpa, 15% abu sekam adalah 15.02 Mpa dan 20% abu sekam adalah 15.15 MPa. Kekuatan mortar ini masih masuk dalam tipe M (17.2 MPa), sehingga dengan penambahan abu sekam tidak lebih dari 10% dapat digunakan sebagai pasangan.

- e. Kuat Tekan Dan Perubahan Berat Mortar Menggunakan Bahan Tambah Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash) Di Air Gambut (Ednor, et al., 2017)

Pada penelitian ini dikaji ketahanan mortar dengan menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen OPC (Ordinary Portland Cement) untuk memperbaiki kekuatan mortar terhadap air gambut. Variasi persentase abu sekam padi adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan persentase abu

sekam padi yang digunakan dalam penelitian adalah sebesar 15% dari berat semen OPC. Mortar tersebut akan dilakukan perendaman dalam air biasa dan air gambut dengan umur perendaman 7, 28, 91, dan 120 hari. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan dan perubahan berat mortar. Hasil uji kuat tekan menunjukkan bahwa mortar abu sekam padi rendaman air gambut memiliki peningkatan kuat tekan seiring bertambahnya umur rendaman, sedangkan mortar OPC mengalami penurunan kuat tekan hingga umur 120 hari. Hasil pengujian perubahan berat mortar abu sekam padi dalam rendaman air gambut memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan mortar OPC. Penggantian sebagian semen oleh abu sekam padi sebesar 15% mampu memperbaiki karakteristik mortar sehingga lebih tahan terhadap air gambut.

## **2.2 Mortar**

### **2.2.1 Pengertian Mortar**

Mortar adalah campuran bahan-bahan seperti semen, pasir, dan air, yang digunakan dalam konstruksi untuk merekatkan atau menyatukan material bangunan seperti batu bata, batu, atau keramik. Mortar juga dapat mengisi celah atau sambungan antar elemen bangunan untuk memberikan kekuatan struktural dan estetika. Pada beberapa aplikasi, mortar dapat ditambahkan bahan tambahan lainnya (seperti kapur, aditif kimia, atau abu terbang) untuk meningkatkan kekuatan, ketahanan terhadap elemen alam, atau mempercepat waktu pengerasan.

Menurut SNI 03-2847-2002 tentang "*Spesifikasi Mortar untuk Pemasangan Batu atau Bata*", mortar didefinisikan sebagai campuran dari bahan pengikat, agregat halus (seperti pasir), dan air, yang digunakan untuk merekatkan bahan bangunan seperti batu bata, batu, atau elemen lainnya, serta mengisi celah atau sambungan antar elemen bangunan.

Mortar adalah bahan bangunan berbahan dasar semen yang digunakan sebagai perekat untuk membuat struktur bangunan, yang komponen pembentuknya pada umumnya adalah semen dan atau tanpa kapur, agregat halus (pasir), air dan berbagai jenis additif yang sesuai. (Saripoelman, 2010).

### 2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Mortar

Menurut standar yang mengatur tentang mortar di Indonesia di antaranya adalah SNI 03-2847-2002 tentang "Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Struktur Bangunan". Dalam standar ini, dijelaskan tentang jenis-jenis mortar, bahan baku yang digunakan, serta komposisi dan penerapan mortar untuk memastikan kualitas dan daya tahan yang optimal pada konstruksi bangunan. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan mortar menurut standar yang ada di Indonesia:

a. Kelebihan Mortar adalah sebagai berikut:

- 1) Kemudahan pengerjaan, mortar mudah diaplikasikan dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi, seperti untuk plesteran, pasangan batu bata, dan finishing dinding.
- 2) Perekat yang kuat, mortar memiliki daya rekat yang baik antara elemen-elemen konstruksi, seperti batu bata atau batu.
- 3) Tahan lama, jika digunakan dengan proporsi yang tepat, mortar memiliki ketahanan yang baik terhadap cuaca dan kondisi lingkungan yang ekstrem.
- 4) Mudah dalam penyesuaian, komposisi mortar dapat diubah sesuai dengan kebutuhan, baik dalam hal kekuatan, ketahanan terhadap air, maupun aspek lainnya.
- 5) Ekonomis, mortar umumnya lebih terjangkau dibandingkan dengan bahan bangunan lain yang lebih kompleks.

b. Kekurangan mortar adalah sebagai berikut:

- 1) Pengaruh kualitas bahan baku, kekuatan mortar sangat bergantung pada kualitas bahan baku yang digunakan, seperti semen, pasir, dan air. Penggunaan bahan yang tidak sesuai dapat menurunkan kualitas mortar.
- 2) Rentan terhadap retak, mortar dapat retak jika tidak digunakan atau dicampur dengan proporsi yang tepat, atau jika terdapat perbedaan suhu yang ekstrim selama proses pengerasan.
- 3) Memerlukan waktu pengerasan, mortar membutuhkan waktu untuk mengeras dan mencapai kekuatan maksimal, sehingga memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan beberapa bahan konstruksi lainnya.

- 4) Penggunaan air yang cermat, penggunaan air yang berlebihan dapat mengurangi kekuatan mortar, sementara terlalu sedikit air dapat membuat campuran sulit diaduk dan diterapkan dengan baik.
- 5) Perawatan, untuk menghindari kerusakan atau penurunan kualitas mortar, diperlukan perawatan yang baik selama dan setelah pengerjaan, seperti menjaga kelembapan.

### 2.2.3 Jenis-Jenis Mortar

Adapun jenis-jenis mortar sebagai berikut :

- a. Mortar pasangan batu bata, mortar ini digunakan untuk mengikat batu bata atau bahan bangunan lainnya. Terdiri dari campuran semen, pasir, dan air. Umumnya, digunakan untuk pekerjaan pasangan dinding dan memiliki kekuatan cukup baik untuk menahan beban ringan hingga sedang.
- b. Mortar plesteran, mortar plesteran lebih halus dan digunakan untuk menutup permukaan dinding atau beton agar tampak lebih rata dan mulus. Bahan pembuatannya biasanya terdiri dari semen, pasir, dan air dengan komposisi yang lebih halus agar hasilnya lebih halus dan tidak berkerut.
- c. Mortar finishing, mortar jenis ini digunakan untuk lapisan akhir atau finishing, yang bertujuan untuk memberikan tampilan estetika pada permukaan dinding atau struktur beton. Biasanya terdiri dari campuran semen, pasir, dan kadang-kadang bahan tambah lainnya seperti kapur untuk memperoleh hasil yang lebih halus dan tahan lama.
- d. Mortar refraktori, mortar refraktori adalah mortar khusus yang tahan terhadap suhu tinggi dan biasanya digunakan untuk aplikasi industri seperti pembuatan tungku atau pembuatan rel kereta api. Mortar ini memiliki bahan tambahan khusus yang membuatnya mampu menahan panas ekstrem.
- e. Mortar Keramik, Mortar ini digunakan untuk pemasangan keramik pada lantai atau dinding. Biasanya terdiri dari campuran semen, pasir, dan bahan pengikat lainnya yang membuatnya lebih kuat dan mampu menahan beban yang cukup berat.
- f. Mortar Dekoratif, Mortar ini digunakan untuk memberikan efek dekoratif pada permukaan dinding, seperti pada pembuatan tekstur atau pola tertentu. Mortar

dekoratif sering kali mengandung bahan tambahan untuk memberikan warna atau tekstur yang berbeda dari mortar biasa.

#### 2.2.4 Sifat dan Karakteristik Mortar

Menurut SNI 03-2847-2002 “Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Struktur Bangunan”. Mortar memiliki berbagai sifat dan karakteristik yang memengaruhi kinerjanya dalam konstruksi. Beberapa sifat dan karakteristik utama mortar adalah sebagai berikut:

- a. Kekuatan tekan, salah satu sifat utama mortar adalah kekuatan tekan yang tinggi setelah mengeras. Kekuatan ini sangat penting untuk memastikan bahwa mortar dapat menahan beban yang diterimanya, terutama dalam pekerjaan pasangan dinding dan struktur lainnya.
- b. Daya rekat, mortar memiliki kemampuan untuk merekatkan bahan bangunan seperti batu bata, bata ringan, dan beton. Daya rekat ini tergantung pada komposisi bahan, proporsi campuran, dan kualitas bahan baku yang digunakan.
- c. Ketahanan terhadap lingkungan, mortar harus tahan terhadap berbagai kondisi cuaca, termasuk kelembapan, air, dan perubahan suhu yang ekstrem. Mortar yang baik memiliki ketahanan terhadap pelapukan, pembekuan, serta dampak lingkungan lainnya.
- d. Kemudahan Pekerjaan, Mortar harus mudah diolah dan diterapkan pada permukaan yang diinginkan. Hal ini mencakup kemudahan dalam pencampuran bahan baku, serta kemudahan dalam proses pemakaian di lapangan.
- e. Daya Serap Air, Mortar harus memiliki daya serap air yang rendah agar dapat menghindari kerusakan akibat kelembapan. Namun, dalam beberapa jenis mortar, seperti untuk plesteran, kelembapan diperlukan dalam jumlah tertentu untuk memastikan hasil yang lebih baik.
- f. Kehalusan, Kehalusan mortar juga penting untuk hasil yang estetik, terutama dalam aplikasi plesteran dan finishing. Mortar yang terlalu kasar dapat mengganggu hasil akhir permukaan yang diinginkan.
- g. Waktu Pengerasan, Mortar memerlukan waktu tertentu untuk mengeras dan mencapai kekuatan penuh. Waktu pengerasan ini bergantung pada komposisi

bahan dan kondisi lingkungan sekitar. Mortar yang baik harus mengeras dengan baik dalam waktu yang sesuai dengan kebutuhan konstruksi.

## **2.3 Material Penyusun Mortar**

### **2.3.1 Semen Portland**

Menurut SNI 15-2049-2004 tentang Spesifikasi Semen Portland, Semen Portland adalah semen hidraulik yang terbuat dari klinker yang terdiri dari kalsium silikat dan sejumlah kecil kalsium aluminat, yang digiling halus bersama dengan sedikit gipsum. Semen ini memiliki kemampuan untuk mengeras ketika dicampur dengan air, membentuk senyawa yang dapat mengikat bahan-bahan lain dalam konstruksi. Semen Portland umumnya digunakan untuk aplikasi beton dan mortar.

Semen Portland adalah semen hidraulik yang dihasilkan dari klinker yang mengandung kalsium silikat dan kalsium aluminat, digiling halus dengan penambahan gipsum, yang memberikan daya rekat kuat pada material bangunan. (Shetty, M.S.2020.)

#### **a. Tipe-tipe semen**

Menurut ASTM C150 (Standard Specification for Portland Cement), Semen Portland dibagi menjadi lima tipe utama yang masing-masing memiliki karakteristik dan kegunaan berbeda, yakni:

##### **1) Tipe I (Ordinary Portland Cement - OPC)**

Semen tipe ini adalah semen Portland biasa yang digunakan untuk konstruksi umum, di mana tidak diperlukan sifat khusus. Tipe I memiliki kekuatan awal yang cepat dan digunakan untuk struktur bangunan yang tidak terpapar kondisi yang sangat keras atau lingkungan agresif.

##### **2) Tipe II (Semen Portland dengan Ketahanan Menengah terhadap Sulfat)**

Semen tipe II digunakan pada struktur beton yang terpapar lingkungan dengan kandungan sulfat sedang, seperti pada struktur yang berada di daerah yang sedikit terpapar air laut atau tanah dengan kandungan sulfat rendah hingga sedang. Semen ini memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap serangan sulfat daripada Tipe I.

3) Tipe III (Semen Portland dengan Kekuatan Awal Tinggi)

Semen tipe III digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan pengerasan cepat, seperti beton pra-cetak atau pada cuaca dingin di mana waktu pengerasan dan pengaturan suhu sangat penting. Tipe ini memiliki tingkat kekuatan yang lebih tinggi dalam waktu yang lebih singkat.

4) Tipe IV (Semen Portland dengan Perkembangan Panas Rendah)

Tipe IV digunakan pada struktur beton besar di mana perkembangan panas hidrasi perlu diminimalkan untuk menghindari keretakan akibat ekspansi termal yang berlebihan. Biasanya digunakan pada struktur beton yang memiliki volume besar seperti bendungan.

5) Tipe V (Semen Portland dengan Ketahanan Tinggi terhadap Sulfat)

Semen tipe V digunakan untuk struktur beton yang terpapar lingkungan dengan kandungan sulfat tinggi, seperti struktur yang berada di daerah dengan tanah atau air yang mengandung sulfat tinggi. Tipe ini memiliki ketahanan terbaik terhadap serangan sulfat.

b. Pemeriksaan Berat Jenis Semen

Uji berat jenis semen ini berdasarkan ASTM C-188, dengan berat jenis yang dipersyaratkan sebesar 3,15 dan kemurnian semen yang dipersyaratkan sebesar 3,0 hingga 3,2 menurut ASTM C-188. Namun berat jenis semen yang dihasilkan berkisar antara 3,05 hingga 3,25. Rasio ini mempengaruhi proporsi semen dalam campuran, dan jika percobaan tidak memberikan hasil seperti itu, maka pembakaran tidak sempurna. Pengujian berat jenis dapat dilakukan pada serpihan *Le Chateriel* menurut ASTM C-188 dengan menggunakan langkah-langkah berikut:

- 1) Isi botol *Le Chateriel* dengan minyak tanah dengan menggunakan skala botol 0 sampai 1.
- 2) Tempatkan botol *Le Chateriel* yang berisi minyak tanah ke dalam wadah yang sudah diisi air.
- 3) Tambahkan es ke wadah. Oleh karena itu, suhu air akan menjadi 4°C.
- 4) Bila suhu air sesuai dengan suhu cairan dalam botol *Le Chateriel*, bacalah timbangan pada botol (V1)
- 5) Saring semen Portland dengan saringan #40 dan timbang 64 gram.



- 6) Keluarkan botol dari wadahnya dan tambahkan semen potland ke dalam botol secara bertahap bersama minyak tanah menggunakan corong kaca. Hati-hati jangan sampai semen mengenai bagian dalam dinding atas botol Le Chatelierl.
- 7) Kembalikan botol Le Chatelier yang berisi minyak tanah dan semen ke dalam wadah dan pertahankan suhu air pada 4°C
- 8) Jam Ketika suhu air dan suhu cairan dalam botol Le Chatelier cocok, nilai (V2) akan ditampilkan pada skala botol.
- 9) Untuk menentukan nilai berat suatu mutu semen digunakan rumus.

$$\text{Berat jenis} = \frac{w}{w_1 - w_2} \gamma_{\text{air}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

W = berat benda uji semen portland

V1 = Pembacaan pada botol Le Chatelier yang berisi minyak tanah pada suhu 4oC

V2 = Pembacaan pada botol Le Chatelier yang berisi minyak tanah dan semen pada suhu 4oC

$\gamma_{\text{air}}$  = berat isi air pada suhu 4°C

### 2.3.2 Air Laut

Air laut adalah campuran kompleks yang terdiri dari air dan berbagai zat terlarut, terutama garam, serta beberapa zat lain dalam jumlah yang lebih kecil. Air laut menutupi sekitar 70% permukaan bumi dan merupakan bagian penting dari ekosistem global.

Penggunaan air laut sebagai bahan campuran beton bukanlah praktik umum karena air laut mengandung garam, terutama natrium klorida (NaCl), yang bisa menyebabkan korosi pada tulangan baja dalam beton dan mempengaruhi kualitas serta daya tahan beton. Namun, air laut masih bisa digunakan dalam pencampuran beton dalam situasi tertentu dengan syarat-syarat khusus.

### 2.3.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang digunakan sebagai bahan pengisi dalam mortar. Agregat dalam mortar berfungsi untuk mengisi celah-celah yang ada

di antara agregat berukuran besar. Agregat dalam mortar biasanya menempati sekitar 70% dari volume mortar.

Menurut SNI 03-1969-1990, harus dalam kondisi SSD untuk menentukan berat jenis dan serapan (*absorpsi*) untuk menentukan volume agregat. Kondisi SSD merupakan keadaan dimana tidak terdapat air pada permukaan agregat, namun rongga-rongganya terisi air sehingga tidak terjadi penambahan atau penurunan kadar air pada beton.

a. Agregat halus

Agregat halus adalah bahan penyusun beton atau mortir yang terdiri dari partikel berukuran kecil dengan ukuran butiran yang umumnya lebih kecil dari 4,75 mm. Biasanya, agregat halus berupa pasir, yang bisa berasal dari alam atau hasil olahan batuan. Agregat halus berfungsi untuk mengisi ruang kosong antara agregat kasar (yang memiliki ukuran lebih besar) dalam campuran beton atau mortir, sehingga dapat menghasilkan campuran yang lebih padat dan kuat.

Secara umum, agregat halus memiliki beberapa fungsi penting dalam campuran beton, antara lain:

- 1) Meningkatkan kekuatan beton, agregat halus berfungsi untuk membantu menciptakan ikatan yang baik antara semen dan agregat kasar, yang pada akhirnya meningkatkan kekuatan beton.
- 2) Memperbaiki workability, agregat halus mempengaruhi kemudahan dalam pengadukan dan pengecoran beton (workability), yang sangat penting untuk memastikan beton dapat dicetak dengan baik.
- 3) Mengurangi porositas: dengan mengisi ruang kosong antara agregat kasar, agregat halus dapat mengurangi porositas dalam beton, sehingga meningkatkan ketahanan terhadap air dan beban.

Kualitas agregat halus sangat penting untuk menghasilkan beton dengan sifat mekanik yang baik. Oleh karena itu, agregat halus harus memenuhi standar tertentu, seperti kadar lumpur yang rendah, bebas dari bahan organik yang dapat merusak ikatan beton, serta memiliki distribusi ukuran butiran yang sesuai.

Persyaratan yang harus dipenuhi agregat halus menurut spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (SK SNI S-04-1989-F) adalah:

- 1) Agregat halus harus terdiri dari partikel yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan  $\pm 2,2$ .
- 2) Batuan yang halus harus kuat. Dengan kata lain tidak boleh rusak atau hancur karena pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan.
- 3) Sifatnya bersifat permanen bila diuji dalam larutan sulfat jenuh. Artinya bila menggunakan natrium sulfat, luas maksimum yang akan dimusnahkan adalah 12 %. Jika menggunakan magnesium sulfat, luas rekahan maksimum adalah 10%.
- 4) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (diukur berdasarkan berat kering). Lumpur berarti bagian yang dapat lolos saringan 0,060 mm. Jika kadar lumpur melebihi 5%, pencucian agregat halus harus dibersihkan.
- 5) Agregat halus tidak boleh mengandung terlalu banyak bahan organik. Hal ini harus dibuktikan dengan eksperimen warna AbramsHarder. Oleh karena itu, bila direndam dalam larutan NaOH 3%, cairan yang berada di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.
- 6) Agregat halus yang tidak memenuhi uji warna ini boleh digunakan juga, dengan syarat kuat tekan campuran agregat pada umur 7 hari dan 28 hari paling sedikit 95% dari kuat tekan campuran agregat yang sama. Tapi larutan NaOH 3%. Setelah itu dicuci bersih dengan air dalam jangka waktu yang sama.
- 7) Susunan ukuran partikel agregat halus harus sesuai dengan faktor kehalusan 1,5 hingga 3,8 dan terdiri dari partikel dengan ukuran berbeda. Apabila disortir dengan susunan saringan yang ditentukan, Zona 1, 2, 3, dan 4 (SKBI/BS.882) harus termasuk dalam salah satu rentang susunan partikel yang ditentukan dalam dan memenuhi persyaratan sebagai berikut:
  - a) Area tersisa pada layar 4,8 mm harus maksimal 2% berat.
  - b) Sisa pada saringan 1,2 mm paling banyak 10%.
  - c) Sisanya di atas layar 0,3 mm harus maksimal 15%
  - d) Untuk beton tahan lama, reaksi antara pasir dan alkali harus negatif.

- e) Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat halus pada mutu beton apa pun kecuali atas petunjuk laboratorium pengujian bahan yang terakreditasi.
- f) Agregat halus yang digunakan dalam plesteran dan penerapannya sesuai dengan Spesifikasi harus memenuhi standar. Persyaratan di atas.

Susunan ukuran partikel agregat halus lebih penting dibandingkan agregat kasar. Agregat halus bersama-sama dengan semen dan air membentuk mortar yang melekat dan mengisi rongga antar partikel agregat kasar, sehingga beton yang dihasilkan mempunyai permukaan yang rata.

Penggunaan butiran halus yang terlalu sedikit menyebabkan masalah berikut:

- 1) Segregasi terjadi karena mortar tidak dapat mengisi rongga antar partikel agregat kasar dengan baik sehingga memudahkan agregat kasar untuk terpisah satu sama lain.
- 2) Campuran tersebut tidak mengandung pasir, yang disebut "kekurangan pasir".
- 3) Campuran beton sulit untuk diolah, sehingga dapat dibuat sarang kerikil.
- 4) Finishing menghasilkan beton yang permukaannya kasar.
- 5) Beton yang sudah jadi tidak tahan lama.

Jika kita menggunakan terlalu banyak partikel halus, maka akan terjadi:

- 1) Campuran menjadi tidak ekonomis.
- 2) Untuk mencapai ekuatan yang sama diperlukan jumlah semen yang lebih besar, namun mencapai kekuatannya dengan mencampurkan agregat halus dengan agregat kasar dalam perbandingan yang optimal.
- 3) Campuran pasir tambahan yang disebut refinishing.
- 4) Beton buatan menunjukkan tanda rangkak dan susut lebih besar dari.

Tabel 2. 1 Gradasi Saringan Ideal Agregat Halus

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)	Gradial Ideal (%)
9,5	100	100
4,75	95-100	97,5

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)	Gradial Ideal (%)
2,36	80-100	90
1,18	50-85	67,5
600 $\mu$	25-6	42,5
300 $\mu$	5-30	17,5
150 $\mu$	0-10	5

sumber: ASTM C33/3

b. Pengujian karakteristik agregat halus

1) Analisa Saringan

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

- a) Keringkan pasir yang akan diperiksa dengan oven pada suhu  $(110 \pm 5)$  °C sampai beratnya tetap kemudian diambil sampel sebanyak 1.000 gram.
- 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 kedalam saringan paling atas. Penyaringan dilakukan dengan menggoyangkan saringan selama 30 menit bila secara manual dan 10 menit bila menggunakan mesin goyang.
- e) Diamkan kurang lebih 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 butir pasirmnya.
- g) Catat hasil percobaan saringan dan buat dalam daftar bentuk tabel.
- h) Lakukanlah 2 kali percobaan dengan kehilangan berat max. 1% dari berat semula.

Persamaan analisa perhitungan untuk pengujian gradasi butiran ialah sebagai berikut.

$$\text{Persen berat tertahan} = \frac{\text{berat tertahan per no saringan}}{\text{jumlah berat total}} \times 100$$

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{\text{jumlah } \Sigma \text{persen tertahan}}{100} \dots\dots\dots(2.2)$$

2) Berat jenis dan penyerapan air

Berdasarkan SK SNI 03-1970-1990 prosedur pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus (pasir) sebagai berikut.

- a) Timbang pasir seberat 1.200 gram.
- b) Keringkan pasir dalam tungku dengan suhu sekitar  $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$  sampai beratnya tetap.
- c) Rendam pasir dalam air selama 24 jam.
- d) Setelah direndam, buang peendaman dengan hat-hati agar butiran pasir tidak ikut terbang. Keringkan pasir hingga mencapai keadaan kering SSD tercapai, ambil kerucut kuningan tempatkan ditempat yang rata kemudian masukkan smapel 1/3 bagian, gunakan penumbuk untuk memedatkan tumbuk 8 kali dan lapisan ketiga 7 kali.
- e) Timbang pasir keadaan SSD sebanyak 500 gram, ambil 2 sampel.
- f) Timbang piknometer dalam keadaan kosong (K).
- g) Isi piknometer kosong dengan air sampai penuh kemudian timbang (B).
- h) Masukkan pasir kondisi SSD sebanyak 500gram tadi kedalam piknometer, lalu tambahkan aquades sampai 90% penuh, kocok selama  $\pm 5$  menit dengan di kocok untuk mengeluarkan gekembung udara yang tertangkap diantara butiran-butiran 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 piknometersampai tanda batas penuh 100% agar gelembung udara terbang, lalu timbang poknometer berisi air dan aquades dengan ketelitian 1 gr (Bt).
- j) Timbang talang kosong.
- k) Tuangkan pasir dari piknimeter kedalam talang (wadah) tersebut lalu ovn selama 24 jam smapai beratnya tetap.

- 1) Keluarkan sampel dari oven dinginkan lalu timbang untuk mendapatkan berat kering (Bk).

Persamaan analisis perhitungan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus (pasir) sebagai berikut.

$$\text{Apparent specific gravity} = \frac{BK}{B+BK-Bt} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Bulk specific gravity on dry basic} = \frac{BK}{B+SSD-Bt} \dots\dots\dots(2.4)$$

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

$$\text{Absorption (penyerapan)} = \frac{SSD-BK}{BK} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

### 3) Berat isi/volume

Berdasarkan SK SNI M-10-1989-F, pemeriksaan berat isi agregat halus (pasir) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

#### Kondisi Lepas

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

#### Kondisi Padat

- a) Ukur volume container
- b) Timbang berat container dalam keadaan kosong (W1).
- c) Masukkan pasir kedalam container  $\pm 1/3$  bagian.
- d) Ulangi prosedur (3) untuk lapis ke 2.
- e) Untuk lapisan terakhir, masukkan agregat 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.

$$\text{Berat volume agregat} = \frac{w1-w2}{v} \dots\dots\dots(2.7)$$

#### 4) Kadar lumpur

Berdasarkan: SK SNI S-04-1989-F dan SNI 03-28161992 Pemeriksaan kandungan lumpur. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan pengujian 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 guncangguncangkan saringan tadi selama  $\pm 5$  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  $100^{\circ}\text{C}$ .
- 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 rataratanya.

Persamaan analiss perhitungan untuk pengujian kadar lumpur agregat halus (pasir), sebagai berikut.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100 \dots \dots \dots (2.8)$$

#### 5) Kadar air

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

- a) Timbang berat talang kosong (A)
- b) Pasir ditimbang untuk memperoleh berat basah (kondisi lapangan/C).
- c) Setelah itu dioven selama 24 jam dengan suhu  $100^{\circ}\text{C}$
- d) Setelah  $\pm 24$  jam, dinginkan lalu timbang kembali untuk mendapatkan berat kering (D).

Persamaan analisa perhitungan untuk pengujian kadar air sebagai berikut.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{C - D}{C} \times 100\% \dots \dots \dots (2.9)$$



Pengujian karakteristik agregat ini tentunya mengacu pada Standar nasional Indonesia (SNI), adapun jenis pemeriksaan yang dilakukan adalah pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2 Jenis Pemeriksaan Agregat Halus

<b>N0</b>	<b>Karakteristik agregat</b>	<b>Interval Nilai</b>	<b>Standar</b>
1	Kadar Lumpur	0,2%-1%	SNI S-04-1989-F SNI 03-2816-1992
2	Kadar air	0,5%-2%	SNI M-10-1089-F
3	Berat volume		SNI M-10-1989-F
	Kondisi lepas	1,6-1,9 kg/L	
	Kondisi padat	1,6-1,9 kg/L	
4	Berat jenis spesifikasi		SNI 03-1970-1990
	Bj. Nyata	1,6-3,2	
	Bj. Dasar Kering	1,6-3,2	
	Bj.Kering permukaan SSD	1,6-3,2	

Sumber: SNI (standar Nasional Indonesia)

#### 2.3.4 Pasir Sungai

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. 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.

#### 2.3.5 Abu Sekam Padi

Sekam padi adalah limbah pertanian yang dihasilkan dari proses penggilingan padi, yang berupa lapisan pelindung luar biji padi. Meskipun tidak dapat dimanfaatkan langsung sebagai bahan pangan, sekam padi memiliki banyak potensi untuk digunakan dalam berbagai industri, termasuk sebagai bahan bakar, bahan baku pembuatan briket, pupuk organik, dan bahkan dalam pengolahan biogas.

Dalam penelitiannya, Purnama juga menjelaskan bahwa kandungan abu sekam padi setelah dibakar berkisar antara 15-20%. Abu sekam padi terutama terdiri dari mineral-mineral seperti silika ( $\text{SiO}_2$ ), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan beberapa unsur mikro lainnya. Kandungan silika dalam abu sekam padi cukup tinggi, sehingga abu sekam sering dimanfaatkan dalam berbagai industri, seperti untuk pembuatan bahan konstruksi, pupuk, dan bahkan dalam teknologi pengolahan energi terbarukan. Kandungan abu ini menjadi salah satu alasan mengapa sekam padi memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi, karena dapat digunakan untuk

meningkatkan kualitas tanah sebagai pupuk atau bahkan sebagai bahan baku untuk pembuatan material bangunan yang lebih ramah lingkungan (Purnama, 2020).

Penggunaan abu sekam padi dalam industri konstruksi semakin berkembang karena kemampuannya untuk meningkatkan kualitas material bangunan. Sebagai bahan tambah dalam campuran beton, abu sekam padi dapat meningkatkan kekuatan tekan dan mengurangi porositas beton. Selain itu, abu sekam padi juga dapat digunakan sebagai pupuk organik karena kandungan mineralnya yang bermanfaat bagi tanah (Wahyuni dkk., 2015).

Abu sekam padi memiliki berbagai potensi pemanfaatan dalam sektor industri dan pertanian. Sebagai bahan alami dengan kandungan silika yang tinggi, abu sekam padi sangat efektif digunakan dalam pembuatan bahan bangunan ramah lingkungan. Salah satu aplikasi utama abu sekam padi adalah dalam pembuatan mortar atau beton sebagai bahan pengganti atau bahan tambah semen. Penggunaan abu sekam padi sebagai bahan tambahan dalam campuran semen dapat meningkatkan daya tahan beton terhadap retak dan korosi serta memberikan solusi untuk mengurangi penggunaan semen yang memiliki dampak besar terhadap emisi karbon (Giri, 2017).

Selain itu, abu sekam padi juga memiliki potensi sebagai bahan baku untuk pembuatan briket atau pelet biomassa untuk bahan bakar alternatif. Pemanfaatan abu sekam padi dalam bentuk briket dapat menjadi solusi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mendukung penggunaan energi terbarukan (Sari & Kurniawan, 2019). Selain sebagai bahan baku energi, abu sekam padi juga dapat dimanfaatkan dalam pengolahan biogas, di mana hasilnya dapat digunakan untuk menghasilkan listrik dan energi lainnya.

Namun, penggunaan abu sekam padi juga menghadapi tantangan, terutama dalam hal distribusi dan konsistensi kualitas. Kualitas abu sekam padi yang digunakan dalam campuran beton atau sebagai pupuk dapat bervariasi tergantung pada jenis sekam padi dan proses pembakaran yang dilakukan. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan pemanfaatannya dalam berbagai sektor industri.

## 2.4 Sifat Mekanik Mortar

Mortar adalah campuran bahan pengikat (seperti semen, kapur, atau gypsum), bahan agregat halus (seperti pasir), dan air yang digunakan dalam konstruksi untuk menyatukan batu bata, batu, atau blok bangunan lainnya. Mortar memiliki berbagai sifat yang penting dalam aplikasinya di bidang konstruksi, yang menentukan kualitas dan ketahanannya. Berikut adalah beberapa sifat mortar yang perlu diperhatikan.

### 2.4.1 Kuat tekan mortar

Menurut Sutanto (2020), kuat tekan mortar adalah kemampuan mortar untuk menahan gaya tekan yang diberikan tanpa mengalami kerusakan atau retakan. Kuat tekan mortar menjadi parameter penting untuk menilai kualitas mortar dalam berbagai aplikasi, terutama untuk menyatukan batu bata atau blok bangunan. Meskipun mortar tidak digunakan untuk menahan beban berat seperti beton, kuat tekan mortar tetap penting untuk memastikan bahwa sambungan antar bahan bangunan dapat bertahan dengan baik, tanpa mengalami kerusakan akibat beban atau tekanan.

Kuat tekan mortar sangat dipengaruhi oleh jenis bahan pengikat yang digunakan (seperti semen atau kapur), proporsi campuran, dan kualitas pasir yang digunakan. Kuat tekan mortar biasanya diukur dalam satuan megapascal (MPa) dengan cara menguji sampel mortar pada umur tertentu, seperti 7, 28 dan 56 hari, untuk mendapatkan nilai yang representatif. Berdasarkan SNI 1974:2011, kuat tekan beton dihitung dengan membagi kuat tekan maksimum yang diterima benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang. Persamaan kuat tekan diperlihatkan pada persamaan 1.

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

$\sigma$  : kuat tekan beton dengan uji kubus (Mpa)

P : Gaya tekan aksial (k/N)

A : Luas penampang melintang benda uji (mm<sup>2</sup>)

#### 2.4.2 Porositas

Porositas adalah ukuran banyaknya pori atau ruang kosong yang terdapat dalam suatu bahan atau material. Pengujian porositas dilakukan untuk mengetahui pori-pori atau rongga udara pada beton ringan. Mula-mula sampel uji direndam dalam wadah berisi air pada suhu ruang selama 24 jam. Lalu sampel uji dikeluarkan dari wadah dan dikeringkan. Sampel uji ditimbang menggunakan neraca digital dan dicatat hasilnya. (Oktora & Mahyudin, 2022).

Nilai porositas sampel uji didapat dengan menggunakan persamaan:

$$P = \frac{G2-G1}{G2} \times 100\% \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana;

- P = Porositas (100%)
- G1 = Berat jenis kering oven suatu bahan
- G2 = Berat jenis semu suatu bahan

$$g1 = \frac{A}{C-D} \times 100$$

$$g2 = \frac{A}{A-D} \times 100$$

Dimana;

- G1 = berat massa per satuan volume
- G2 = Berat jenis semu bahan
- A = Berat kering oven
- D = Berat dalam air
- C = Berat SSD (kondisi permukaan jenuh)

## DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials [ASTM], C-188, Standard specification for Concrete Aggregates, ASTM.
- ASTM International. (2019). *ASTM C150/C150M-19: Standard Specification for Portland Cement*. ASTM International.
- Badan Standarisasi Nasional, 1990. SNI 03-1969-1990, Berat Jenis dan Penyerapan (absorpsi) Guna Menentukan Volume Agregat Harus dalam Kondisi SSD. Jakarta, BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, 1989. SK SNI S-04-1989-F, Prosedur pengujian kadar air agregat halus. Jakarta, BSN
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-6225-2002: Persyaratan Umum Labeling Pangan. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional, SK SNI 08-1989-F dan SNI 03-1968-1990, Prosedur pengujian pelaksanaan pengujian analisa saringan agregat halus. Jakarta, BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, 1989. SK SNI M-10-1989-F, Prosedur pengujian berat isi/volume agregat halus. Jakarta, BSN.
- Badan Standardisasi Nasional SNI 1974:2011. (2011). *Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Konstruksi*. Jakarta, BSN.
- Badan Standardisasi Nasional SNI 03-2847-2002. *Spesifikasi Mortar untuk Pemasangan Batu atau Bata*. (BSN).
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-2847-2002: Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Struktur Bangunan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2004). *Spesifikasi Semen Portland (SNI 15-2049-2004)*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).

- Bilgqis, A. (2012). Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kekuatan mortar semen. *Jurnal Teknik Bangunan*, 15(2), 45-50.
- Ednor, M., Iskandar, S. R. & O. M., 2017. Kuat Tekan Dan Perubahan Berat Mortar Menggunakan Bahan Tambah Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash) Di Air Gambut. Pp. 258-266.
- Fatmawati, L. et al., 2020. Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Mortar. Volume 3, Pp. 259-264.
- Julia, et al., 2024. Mortar Abu Sekam Padi Dan Air Laut: Alternatif Material Untuk. *BANDAR: JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING*, Volume 6, Pp. 99-105.
- Okto, D., & Mahyudin, M. (2022). Pengujian Porositas dan Daya Serap Air pada Beton Ringan. *Jurnal Teknologi dan Material Konstruksi*, 14(1), 55-61.
- Pratiwi, K. D., Widya, D., Djauhari, Z. & Olivia, M., 2019. Kuat Tekan dan Porositas Mortar Serbuk Karet Pada Suhu Tinggi. *Jurnal Rekayasa Sipil*, Volume 15, Pp. 57-65.
- Purnama, R. (2020). *Potensi Sekam Padi dalam Industri dan Pertanian*. *Jurnal Sumber Daya Alam*, 15(2), 45-51.
- Qomaruddi, dkk. (2017). Studi Pengaruh Air Laut Pada Mortar Beton Normal dan Mortar Beton dengan Fly Ash. *Jurnal Teknik Sipil*, Volume 14, Pp. 153-160.
- Rahmat, dkk. (2019). Penggunaan air laut sebagai bahan pengganti air tawar dalam campuran beton. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 22(4), 215-220.
- Saripoelman, A. (2010). Mortar sebagai bahan bangunan berbahan dasar semen. *Jurnal Teknik Konstruksi*, 15(2), 45-60.
- Sari, P., & Kurniawan, E. (2019). *Potensi Penggunaan Abu Sekam Padi dalam Pembuatan Briket Biomassa untuk Energi Terbarukan*. *Jurnal Teknologi Energi*, 12(1), 45-50.
- Shetty, M.S. (2020). *Concrete Technology*. S. Chand Publishing.

Simanjuntak, dkk. (2020). Abu sekam padi sebagai bahan pozzolan: Sifat dan potensi penggunaannya. *Jurnal Teknologi Material Indonesia*, 18(3), 101-107.

Sukirman, S. (2016). *Teknologi Beton dan Mortar*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.

Wahyuni, S., Rachmawati, L., & Nurhidayat, D. (2015). *Komposisi dan Potensi Penggunaan Abu Sekam Padi untuk Industri dan Pertanian*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 10(3), 125-134.