

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH ABU SEKAM PADI DAN SUPERPLASTICIZER PADA MORTAR TERHADAP KUAT TEKAN

Andika Dimas Hartanto¹, Kalfin Candra Andika²
Widija Suseno Widjaja³, Gabriel Jose Posenti Ghewa⁴

¹Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Kota Semarang
e-mail: 22b10098@student.unika.ac.id

²Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Kota Semarang
e-mail: 22b10099@student.unika.ac.id

³Dosen Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Kota Semarang
e-mail: widija@unika.ac.id

⁴Dosen Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Kota Semarang
e-mail: ghewa@unika.ac.id

ABSTRAK

Limbah abu sekam padi merupakan limbah hasil pembakaran sekam padi yang mengandung senyawa terbesarnya adalah silika. Limbah abu sekam padi yang dicampur pada mortar tidak dapat serta merta meningkatkan kuat tekan, bahkan dapat mengurangi kuat tekan dari mortar normal karena sifatnya yang lapuk dapat mempengaruhi daya rekat. Penambahan limbah abu sekam padi yang berlebihan juga mempengaruhi kelecakan pada mortar jangka panjang, sehingga dibutuhkan bahan kimia yang dapat membantu mengurangi faktor air semen seperti *superplasticizer*. *Superplasticizer* dapat mengurangi penambahan air pada campuran mortar agar membantu menjaga kuat tekan dari mortar tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan mortar dengan ukuran benda uji 5 cm x 5 cm x 5 cm yang berbentuk kubus. Penggunaan abu sekam padi sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat semen dengan kadar *superplasticizer* 1% dari berat semen. Setiap komposisi berjumlah 3 benda uji dengan total benda uji yang akan digunakan berjumlah 60 buah. Hasil kuat tekan tertinggi pada penelitian ini adalah 11,73 MPa pada mortar umur 7 hari dan 12,53 MPa pada mortar umur 28 hari dengan komposisi kadar abu sekam padi 2,5% dan *superplasticizer* 1%. Kuat tekan paling rendah pada penelitian ini adalah 5,2 MPa pada mortar umur 7 hari dan 6 MPa pada mortar umur 28 hari dengan komposisi abu sekam padi 10% tanpa *superplasticizer*.

Kata Kunci: Mortar, Abu sekam padi, *Superplasticizer*, Kuat tekan.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Abu sekam padi adalah limbah hasil pembakaran sekam padi yang mengandung senyawa terbesarnya adalah silika (SiO_2) yang dapat dimanfaatkan untuk campuran pada pembuatan semen, bahan isolasi, husk board dan campuran industri bata merah (Heldita, 2018). *Superplasticizer* merupakan bahan tambah (*admixture*). *Admixture* adalah bahan selain semen, agregat dan air yang ditambahkan pada campuran mortar. Adapun jenis-jenis *superplasticizer* yang umum digunakan yaitu, *superplasticizer naphthalene*, *superplasticizer sodium glukonat* dan *superplasticizer polycarboxylate* (PCE).

Penulis menggunakan *superplasticizer polycarboxylate* (PCE) untuk mengurangi penggunaan air yang digunakan pada pembuatan mortar. PCE mampu untuk mengurangi kadar air sampai 40% dan bisa digunakan untuk beton mutu tinggi (Utami, 2017). Menurut SNI 03-6825-2002, mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus berupa pasir dan bahan perekat berupa *portland cement* ditambah air dengan komposisi tertentu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apa pengaruh penambahan abu sekam padi dan *superplasticizer* terhadap nilai kuat tekan mortar.
2. Berapakah kuat tekan yang dihasilkan pada mortar dengan penambahan abu sekam padi dan *superplasticizer* dalam masa perawatan 7 hari dan 28 hari.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh penambahan abu sekam padi dan *superplasticizer* terhadap kuat tekan mortar.
2. Mendapatkan kuat tekan tertinggi pada mortar dengan penambahan abu sekam padi dan *superplasticizer* dengan persentase sesuai rencana.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan pengetahuan dan ilmu mengenai penelitian kuat tekan mortar dari penggunaan abu sekam padi dan *superplasticizer*.
2. Mendapatkan manfaat teoritis, untuk pengembangan dan inovasi teknologi terhadap mortar.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bahan yang digunakan dalam pembuatan mortar:
 - a. Semen yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Semen PCC (*Portland Composite Cement*) dengan merek Tiga Roda.
 - b. Air yang digunakan adalah air yang diambil dari sumur artesis Kampus Universitas Katolik Soegijapranata.
 - c. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm.
 - d. Agregat halus yang digunakan adalah pasir Muntilan.
 - e. Bahan tambahan yang digunakan adalah abu sekam padi dengan konsentrasi 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat semen, dan *superplasticizer* dengan perbandingan 1% dari berat semen.
2. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada saat mortar berumur 7 hari dan 28 hari.
3. Jumlah benda uji yang akan dilakukan berjumlah 60 sampel.
4. Pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Konstruksi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.
Curing atau perawatan mortar dilakukan dengan cara meletakkan mortar yang baru dikeluarkan dari cetakan di dalam genangan air selama 7 hari untuk benda uji berumur 7 hari dan 28 hari untuk benda uji berumur 28 hari

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mortar

Menurut Tjokrodinuljo (2012), mortar pada umumnya digunakan sebagai perekat dalam suatu proyek konstruksi. Mortar dikenal sebagai bahan perekat karena fungsi utamanya sebagai perekat atau spesi bata ringan, plester dinding, acian, dan perekat atau spesi keramik. Mortar juga dapat digunakan sebagai perekat yang bersifat struktural, yaitu sebagai perekat pemasangan pondasi batu belah. Mortar sebagai bahan bangunan biasa diukur sifat-sifatnya, misalnya kuat tekan, *setting time*, *workability* dan daya serap air. Penjelasan mengenai sifat-sifat mortar adalah sebagai berikut:

1. Daya serap air perlu diperhatikan pada pekerjaan perekatan keramik, pemasangan bata, dan lain-lain, karena semakin kecil daya serap air maka mortar tersebut akan semakin padat.

2. Kuat tekan mortar dapat digunakan sebagai kriteria yang paling diutamakan saat pemilihan tipe mortar. Kuat tekan menjadi kriteria utama karena mudah diukur dan pada umumnya mempengaruhi spesifikasi mortar yang lain seperti kuat tarik. Kuat tekan adalah kemampuan mortar untuk menahan atau memikul suatu beban maupun sampai terjadi kegagalan.
3. *Setting time* dibagi menjadi dua yaitu *initial setting time* dan *final setting time*. *Initial setting time* atau waktu ikat awal adalah waktu yang diperlukan oleh pasta semen dari bersifat plastis dan dapat dibentuk hingga menjadi *rigid* (kaku) dan tidak dapat dibentuk. Pada saat *initial setting time*, proses hidrasi telah terjadi dan panas hidrasi sudah muncul, serta *workability* mortar sudah hilang. Selanjutnya adalah *final setting time* yang merupakan kondisi ketika mortar telah mengeras sempurna
4. *Workability* atau kelecakan adalah tingkat kemudahan mortar untuk dikerjakan. *Workability* yang baik yaitu mortar yang memiliki tingkat keenceran yang pas, semakin encer mortar maka semakin mudah mortar untuk dikerjakan. Sehingga mortar dapat mengalir dengan mudah kedalam cetakan. Tingkat keenceran mortar memiliki batasan-batasan yaitu sesuai dengan mutu rencana, tidak terjadi segregasi, *bleeding* dan keropos.

2.2. Bahan Pembuat Mortar

Bahan yang digunakan untuk membuat mortar adalah agregat halus yaitu pasir, semen, dan air. Selain itu, bahan tambah sering dicampurkan dalam mortar untuk menambah sifat tertentu mortar dan menambah kuat tekan mortar. Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu sekam padi dan *superlasticizer*. Bahan-bahan pembuatan mortar adalah sebagai berikut:

2.2.1. Agregat halus

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,75 mm berasal dari alam atau hasil alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi.

Agregat halus yang digunakan dalam pengujian adalah pasir Muntilan, pasir Muntilan yang digunakan telah dicuci bersih dari lumpur dan dilakukan pengujian analisis saringan agregat halus. Setelah dikeringkan dengan cara diangin-anginkan selama 24 jam, pasir sudah dapat diuji lolos uji saringan agregat halus

Pasir yang digunakan memiliki tekstur yang cenderung kasar dan berwarna abu-abu gelap. Pasir yang digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pasir Muntilan

2.2.2. Semen portland

Menurut SNI 15-2049-2004 semen portland adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland, terutama yang terdiri dari kalsium silikat yang bersifat hidraulis. Kemudian digiling bersama dengan bahan tambahan berupa kristal, senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen Portland komposit atau PCC (*Portland Composite Cement*) merek Tiga Roda,

semen portland komposit adalah semen yang paling umum digunakan. Menurut SNI 15-7064-2004 *portland composite cement* adalah bahan pengikat hidraulis hasil dari penggilingan terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35 % dari massa semen portland komposit. Semen Portland Komposit diperlihatkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Semen Portland Komposit

2.2.3. Air

Menurut SNI 03-2847-2002, air adalah material sangat penting bagi kelangsungan proyek. Penggunaan air untuk kontruksi harus memperhatikan kualitas dari air tersebut, karena kualitas air juga mempengaruhi mutu bangunan. Air merupakan bagian yang sangat penting dari campuran beton maupun mortar semen.

2.3. Kuat Tekan Mortar

Menurut Asia, N. (2014), kuat tekan adalah kemampuan mortar menerima gaya tekan persatuan luas. Berdasarkan SNI 03-6882-2002, kuat tekan mortar berkisar antara 2,4 MPa sampai dengan 17,2 MPa. Kuat tekan mortar dipengaruhi oleh spesifikasi proporsi bahan yang terdiri semen, agregat, dan air yang digunakan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan mortar yaitu adalah jumlah semen, faktor air semen, sifar agregat, dan umur mortar. Penjelasan mengenai faktor-faktor kuat tekan adalah sebagai berikut:

2.3.1. Jumlah semen

Setiap bahan utama mortar memberikan kontribusi tertentu pada kinerjanya. Semen portland berkontribusi terhadap kekuatan dan durabilitas. Kapur dalam bentuk hidroksidanya mempengaruhi kelecakan, retensivitas air, dan elastisitas. Mortar dengan jumlah semen lebih banyak belum tentu memiliki kekuatan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena jumlah air dan semen yang berlebih dapat menyebabkan volume pori-pori dalam mortar meningkat. Volume pori-pori inilah yang mengurangi kuat tekan mortar. Jumlah semen dalam mortar mempunyai batasan tertentu yang dapat menghasilkan kuat tekan optimal.

2.3.2. Faktor air semen

Kekuatan tekan mortar meningkat seiring peningkatan kadar semen dan menurun akibat meningkatnya kapur, pasir, air atau kadar udara. Pada umumnya, semakin tinggi nilai faktor air semen maka semakin rendah mutu kekuatan mortar. Namun demikian, semakin rendah nilai faktor air semen tidak selalu berarti bahwa kuat tekan mortar semakin tinggi. Nilai faktor air semen yang rendah akan menyebabkan pekerjaan pemadatan menjadi sulit dan akan meurunkan mutu mortar.

2.3.3. Sifat agregat

Agregat bergradasi baik untuk mereduksi pemisahan material dalam mortar plastis, juga mereduksi *bleeding* dan meningkatkan kelecakan. Kekurangan butir pasir halus menghasilkan mortar yang kasar, sedangkan pasir yang terlalu halus menghasilkan mortar yang lemah dan meningkatkan penyusutan. Sifat agregat yang berpengaruh terhadap kuat tekan mortar adalah bentuk, kekasaran permukaan, kekerasan dan ukuran maksimum butir agregat. Bentuk butir agregat berpengaruh terhadap *interlocking* atau ikatan antar agregat.

2.3.4. Umur mortar

Umur pengujian yang sering digunakan adalah 7 hari dan 28 hari untuk kuat tekan atau 14 hari dan 28 hari untuk pengujian kuat lentur. Nilai kuat tekan mortar diperoleh dengan cara pengujian dengan menggunakan mesin uji kuat tekan. Benda uji berupa mortar berbentuk kubus, lalu kubus mortar ditekan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan hingga mortar tersebut retak atau hancur. Pada saat mortar telah retak, didapatkan nilai kuat tekan dari mortar tersebut. Kuat tekan mortar diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_b' = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

σ_b' = Kuat tekan mortar benda uji kubus (MPa)

P_{maks} = Gaya (N)

A = Luas permukaan benda uji kubus (mm²)

Pengujian kuat tekan mortar diperlihatkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pengujian Kuat Tekan Mortar

2.4. Abu Sekam Padi

Sekam padi apabila dibakar secara terkontrol pada suhu tinggi (500-600°C) akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia (Putro dan Prasetyoko, 2007). Abu sekam padi merupakan limbah yang diperoleh dari hasil pembakaran sekam padi. Abu sekam padi merupakan material yang bersifat pozzolanic dalam arti kandungan material terbesarnya adalah silika dan baik untuk digunakan dalam campuran pozzolan-kapur yaitu mengikat kapur bebas yang timbul pada waktu hidrasi semen. Silikon dapat bereaksi dengan kapur membentuk kalsium silika hidrat sehingga menghasilkan ketahanan dari beton bertambah besar karena kurangnya kapur.

Penelitian sebelumnya Afrian (2017) tentang kuat tekan mortar OPC abu sekam padi pada suhu tinggi. Hasil penelitian menunjukkan variasi penggantian semen oleh ASP sebesar 15% memiliki nilai kuat tekan yang optimum. Penambahan ASP yang berlebihan tidak serta merta meningkatkan kuat tekan mortar.

Penambahan abu sekam padi yang semakin tinggi tidak serta merta mampu meningkatkan nilai kuat tekan mortar. Pernyataan tersebut telah dibuktikan oleh Sitorus (2009) yang

menyimpulkan bahwa penggunaan silika amorphous secara berlebihan diatas 10% akan membawa dampak negatif yang dapat mengakibatkan retak atau pecahnya pasta semen.

2.5. Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Mortar

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pascasari, A, dkk (2021), Abu sekam padi mengandung silika yang dapat menyerap air, oleh karena itu penambahan air pada pengujian initial flow diperlukan untuk mencapai rentang yang disyaratkan. Abu sekam padi yang digunakan telah dibakar dengan suhu tinggi diatas 400°C. Persentase abu sekam padi yang digunakan yaitu 6%, 9%, 12%, dan 15% dengan 7 sampel tiap variasinya. Rentang nilai initial flow yang digunakan yaitu 105%-115% (SNI 03-6882-2002). Kuat tekan mortar tertinggi terjadi pada variasi 9% dengan nilai kuat tekan sebesar 13,24 MPa, dengan peningkatan persentase sebesar 10,15% dari mortar normal. Kuat tekan mortar terendah terjadi pada variasi 6% dengan nilai kuat tekan sebesar 11,22 MPa, dengan penurunan persentase sebesar 6,66% dari mortar normal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi dengan variasi 9% dan 12% menghasilkan kuat tekan lebih besar dari mortar normal.

2.6. Superplasticizer

Menurut Fuad (2021), Penggunaan *superplasticizer* berkisar pada dosis 1% hingga 1,5%, karena sangat meningkatkan kelecakan campuran. Penggunaan *superplasticizer* yang berlebih akan menyebabkan mortar sulit mengeras dan kehilangan kekuatannya. Pada prinsipnya mekanisme kerja dari *superplasticizer* sama, yaitu dengan menghasilkan gaya tolak-menolak (*dispersion*) yang cukup antar partikel semen agar tidak terjadi penggumpalan partikel semen (*flocculate*) yang dapat menyebabkan terjadinya rongga udara didalam beton, yang akhirnya akan mengurangi kekuatan atau mutu mortar tersebut.

2.7. Pengujian Kuat Tekan

Menurut SNI 03-6825-2002 menyatakan bahwa, kuat tekan motor adalah kemampuan mortar menerima gaya tekan persatuan luas, benda uji mortar diletakan di atas mesin penekan kemudian benda uji ditekan sampai benda uji pecah. Pada saat pecah, dicatat besarnya gaya tekan maksimum yang bekerja. Berikut faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan mortar:

1. Faktor air semen

Menurut SNI 03-6825-2002 (2002), faktor air semen adalah angka perbandingan antara berat air dengan berat semen dalam campuran mortar. Pada umumnya, semakin tinggi nilai faktor air semen maka semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, semakin rendah nilai faktor air semen tidak selalu berarti bahwa kuat tekan beton semakin tinggi. Nilai faktor air semen yang rendah akan menyebabkan pekerjaan pemadatan menjadi sulit dan akan menurunkan mutu beton.

2. Jumlah semen

Menurut SNI 03-6825-2002, pada mortar dengan faktor air semen yang sama, mortar dengan kadar semen lebih banyak belum tentu memiliki kekuatan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena jumlah air dan semen yang banyak menyebabkan kandungan pori lebih banyak daripada mortar dengan kandungan lebih yang lebih sedikit. Kandungan pori-pori inilah yang mengurangi kuat tekan mortar. Umur mortar

3. Sifat agregat

Menurut SNI 03-6825-2002, sifat agregat yang berpengaruh terhadap kuat tekan mortar adalah bentuk, kekasaran permukaan, kekerasan dan ukuran maksimum butir agregat. Bentuk butir agregat berpengaruh terhadap interlocking atau ikatan antar agregat. Dalam menentukan nilai kuat tekan menggunakan perhitungan menurut SNI 03-6825-2002, perhitungan massa volume beton dan kuat tekan beton dilakukan dengan rumus:

$$f_m = \frac{P_{maks} \times 1000}{A} \dots\dots\dots (2.2)$$

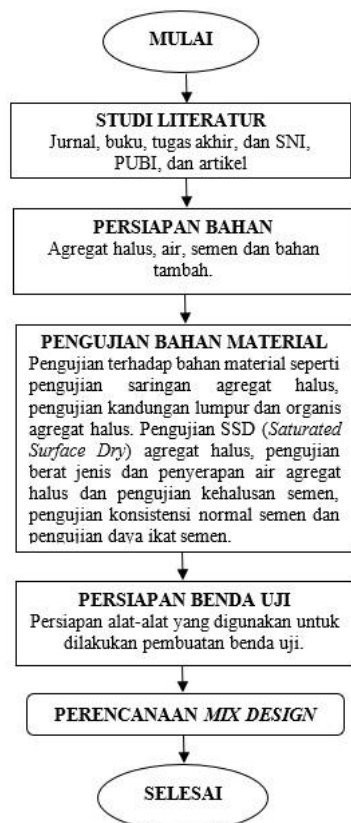
$$\text{Volume} = p \times l \times t \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\text{Massa volume mortar} = \frac{\text{berat benda uji}}{\text{volume benda uji}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

- f_m = Kuat tekan mortar benda uji kubus (kg/cm²)
P = Gaya (kN)
A = Luas permukaan benda uji kubus (cm²)
p = Panjang benda uji (cm)
l = Lebar benda uji (cm)
t = Tinggi benda uji (cm)

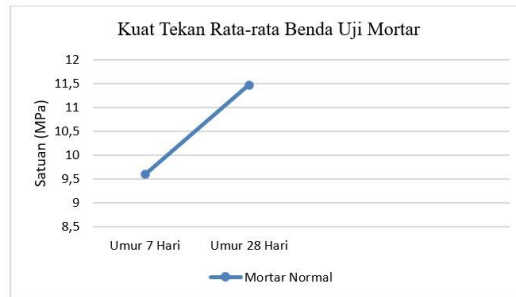
3. METODE PENELITIAN



4. PEMBAHASAN

4.1.1 Kuat tekan rata-rata uji mortar normal

Hubungan antara kuat tekan rata-rata benda uji mortar normal pada umur 7 hari dan 28 hari diperlihatkan pada Gambar 4.1.



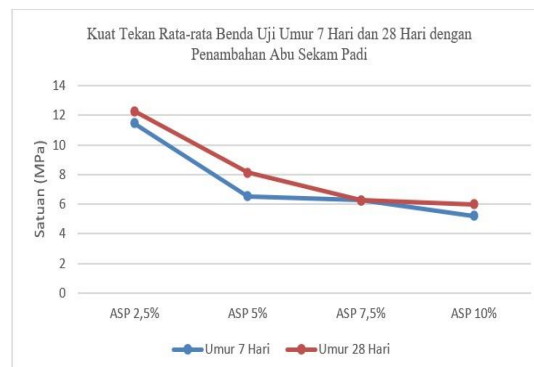
Gambar 4.1 Grafik Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji Mortar Normal

Berdasarkan Gambar 4.1, didapatkan hasil nilai kuat tekan benda uji mortar normal tertinggi yaitu 11,47 MPa pada benda uji berumur 28 hari. Sedangkan hasil nilai kuat tekan rata-rata pada mortar normal yang terendah yaitu 9,6 MPa pada benda uji berumur 7 hari, jadi dapat disimpulkan bahwa benda uji mortar normal umur 7 hari dan 28 hari memenuhi standart kuat tekan mortar normal.

Menurut SNI 03-6883-2002 menyatakan bahwa kuat tekan mortar berkisar diantara 2,4 MPa – 17,2 MPa. Kuat tekan mortar semakin meningkat seiring dengan durasi perawatan (*curing*), karena mortar setelah dikeluarkan dari cetakan membutuhkan waktu untuk menjaga kestabilan temperatur dan membutuhkan hidrasi yang cukup agar tidak mudah kering dan mengalami keretakan.

4.1.2 Kuat tekan rata-rata uji mortar dengan penambahan abu sekam padi

Hubungan antara kuat tekan rata-rata benda uji mortar dengan bahan tambah abu sekam padi pada umur 7 hari dan 28 hari diperlihatkan pada Gambar 4.2.



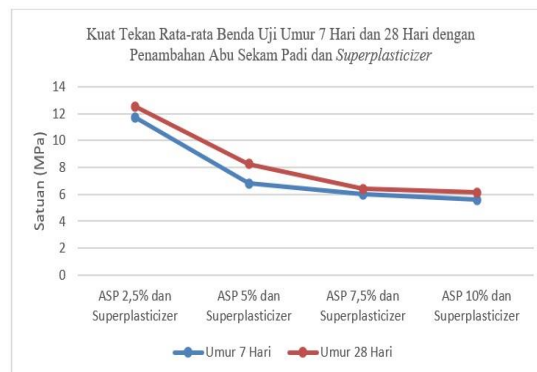
Gambar 4.2 Grafik Kuat Tekan Rata-Rata Benda Uji Mortar Dengan Penambahan Abu Sekam Padi Umur 7 Hari dan 28 Hari

Berdasarkan Gambar 4.2 nilai kuat tekan rata-rata benda uji mortar dengan penambahan abu sekam padi nilai kuat tekan maksimum yaitu sebesar 12,27 MPa dengan penambahan abu sekam padi 2,5% dan nilai kuat tekan minimum sebesar 5,20 MPa dengan penambahan abu sekam padi 10% untuk benda uji berumur 7 hari.

Untuk benda uji berumur 28 hari nilai kuat tekan maksimum yaitu sebesar 12,27 MPa dengan penambahan abu sekam padi sebesar 2,5% dan nilai kuat tekan minimum sebesar 6 MPa dengan penambahan abu sekam padi sebesar 10%. Menurut Widyanto, (2020) semakin sedikit penggunaan abu sekam padi maka kuat tekan mortar akan semakin tinggi.

4.1.3 Kuat tekan rata-rata uji mortar dengan penambahan abu sekam padi dan *superplasticizer*

Hubungan antara kuat tekan rata-rata benda uji mortar dengan bahan tambah abu sekam padi dan cairan *superplasticizer* pada umur 7 hari dan 28 hari diperlihatkan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik Kuat Tekan Rata-Rata Benda Uji Mortar Dengan Penambahan Abu Sekam Padi dan *Superplasticizer* Umur 7 Hari dan 28 Hari

Berdasarkan Gambar 4.3 nilai kuat tekan rata-rata benda uji mortar dengan penambahan abu sekam padi dan cairan *superplasticizer* nilai kuat tekan maksimum yaitu sebesar 11,73 MPa dengan penambahan abu sekam padi sebesar 2.5% dan cairan *superplasticizer* sebesar 1%, sedangkan nilai kuat tekan minimum sebesar 5,6 MPa dengan penambahan abu sekam padi sebesar 10% dan cairan *superplasticizer* sebesar 1% untuk benda uji berumur 7 hari. Sedangkan untuk benda uji berumur 28 hari didapatkan nilai kuat tekan 12,53 MPa dengan penambahan abu sekam

padi sebesar 2.5% dan cairan *superplasticizer* sebesar 1% dan nilai kuat tekan minimum sebesar 6,13 MPa dengan penambahan abu sekam padi sebesar 10% dan cairan *superplasticizer* sebesar 1%..

4.2 Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah Abu Sekam Padi dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Mortar

Dari hasil pengujian kuat tekan mortar umur 7 hari dan 28 hari yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa mortar mengalami peningkatan kuat tekan dengan penambahan abu sekam padi 2,5% dan cairan *superplasticizer* sebesar 1%. Nilai kuat tekan maksimum yang didapat yaitu sebesar 11,47 MPa pada mortar berumur 7 hari dan sebesar 12,53 MPa pada mortar berumur 28 hari.

Penggantian sebagian semen oleh abu sekam padi akan menghasilkan reaksi antara CH dan silika abu sekam padi yang menyebabkan terbentuknya CSH sekunder. Jumlah CSH sekunder yang terbentuk tergantung pada proporsi antara silika yang dikandung oleh abu sekam padi dan CH yang dihasilkan dari reaksi C_3S atau C_2S dan air (Bakri, 2008). Selain itu, ukuran abu sekam padi yang berbutir halus memungkinkan mengisi rongga-rongga udara dalam mortar sehingga mortar menjadi lebih kuat.

Jumlah kalsium hidroksida hasil reaksi hidrasi semen *portland* lebih sedikit sehingga banyak silika yang tidak bereaksi dengan kalsium hidroksida.

Jika permeabilitas pasta semen tinggi maka air dan senyawa luar lainnya akan mudah masuk ke dalam pasta semen. Pembentukan CSH sekunder dapat mengurangi permeabilitas pasta semen sehingga menghalangi masuknya zat cair ke dalam pasta semen (Bakri, 2008).

Dari hasil penelitian terdahulu, terdapat kemiripan seperti tema yang diangkat dan metode yang digunakan, namun memiliki perbedaan bentuk benda uji, persentase penambahan abu sekam padi dan bahan tambah yang digunakan dengan penelitian ini. Dilihat dari hasil yang didapat,

penambahan abu sekam padi pada persentase tertentu dapat meningkatkan kuat tekan mortar dibandingkan mortar normal. Namun seiring dengan penambahan persentase abu sekam padi juga mengalami penurunan kuat tekan pada mortar. Berikut adalah perbandingan antara penelitian sejenis dan penelitian ini ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan Penelitian Sejenis

Faktor	Pascasari dkk (2021)	Umiati dkk (2019)	Anagyagos (2011)	Syahrul (2021)	Penelitian ini
Abu sekam padi	✓	-	✓	-	✓
Superplasticizer	-	✓	-	✓	✓
Benda uji mortar	✓	-	✓	✓	✓
Tes kuat tekan	✓	✓	✓	✓	✓

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini pengaruh dari penggunaan limbah abu sekam padi dan cairan *superplasticizer* adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian kuat tekan mortar didapatkan hasil bahwa mortar mengalami peningkatan kuat tekan dengan penambahan abu sekam padi 2,5% dan cairan *superplasticizer* 1% dari mortar normal. Hal ini disebabkan ukuran abu sekam padi yang berbutir halus memungkinkan mengisi rongga-rongga udara dalam mortar sehingga mortar menjadi lebih kuat.

Penurunan kuat tekan mortar terjadi pada penambahan abu sekam padi dengan persentase lebih dari 2,5%. Semakin bertambahnya persentase abu sekam padi semakin menambah fraksi halus yang membuat semen tidak mampu mengikat maksimal dengan material dalam volume benda uji mortar secara keseluruhan.

2. Pada mortar umur 7 hari kuat tekan mortar maksimum didapat pada mortar dengan komposisi penambahan abu sekam padi 2,5% dan cairan *superplasticizer* 1% yaitu sebesar 11,73 MPa, untuk kuat tekan mortar minimum didapat pada mortar dengan komposisi penambahan abu sekam padi 10% dan cairan *superplasticizer* 1% yaitu sebesar 5,2 MPa dan kuat tekan beton normal yaitu sebesar 9,6 MPa.

Pada mortar umur 28 hari didapatkan kuat tekan maksimum pada mortar dengan komposisi penambahan abu sekam padi sebesar 2,5% dan cairan *superplasticizer* sebesar 1% yaitu sebesar 12,53 MPa, untuk kuat tekan mortar minimum didapat pada mortar dengan komposisi penambahan abu sekam padi sebesar 10% tanpa campuran *superplasticizer* yaitu sebesar 6 MPa dan kuat tekan mortar normal yaitu sebesar 11,47 MPa.

5.2 Saran

Berikut saran dari hasil penelitian ini:

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan jumlah sampel, khususnya pada umur pengujian mortar sehingga akan lebih memperkuat data-data penelitian.
2. Penggunaan cairan *superplasticizer* sebagai bahan tambah sebaiknya tidak lebih dari 1% dari berat semen yang digunakan.

3. Penggunaan bahan tambah abu sekam padi dan cairan *superplasticizer* untuk pekerjaan mortar ataupun beton sebaiknya lebih berhati-hati dalam komposisi penggunaannya untuk meminimalisir penurunan kuat tekan jika komposisinya tidak tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrian, M., Olivia M., dan Djauhari, Z., (2017): Kuat tekan mortar OPC abu sekam padi pada suhu tinggi, *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, **4**(1), 1-5, ISSN 2355-6870.
- Asia, N. (2014): Pengaruh penambahan natrium klorida (NaCl) terhadap waktu ikat, kuat tekan mortar dan pasta, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanudin, Makassar 14-15 dalam Dananjaya, P. R. M., dan Herdiawan A. A. (2021): *Pengaruh proporsi mikrosilika dan kandungan lumpur terhadap kuat tekan mortar*, Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata.
- Bakri (2008): Komponen kimia dan fisik abu sekam padi sebagai SCM untuk pembuatan komposit semen, *Jurnal Perennial*, **5**(1), 9-14.
- BSN, SNI 03-6820 (2002): Agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen, 24-27.
- BSN, SNI 03-2847 (2002): Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, 49-51.
- BSN, SNI 03-6825 (2002): Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil. 6-8
- BSN, SNI 03-6882 (2002): Spesifikasi mortar untuk pekerjaan pasangan.1-4
- BSN, SNI 15-2049 (2004): *Semen portland*, 2-4.
- BSN, SNI 15-7064 (2004): Semen portland komposit, 10-11.
- Fuad, I. S., (2021): Pengaruh penambahan superplasticizer dan silica fume terhadap kuat tekan mortar dengan FAS 0,3. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, **9**(2), 147-148, ISSN 2303-212X.
- Heldita, D. (2018): Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton, *Teknologi Aplikasi Konstruksi*, **8**(1), 47-48, ISSN 2089-2098..
- Pascasari, A., Wahyuni. A.S., Islam. M., Gunawan. A., dan Afrizal. Y. (2021): Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan mortar, *Jurnal Inersia*, **13**(2), 84-88, ISSN 2086-9045.
- Putro, A. L. dan Prasetyoko, D. (2007): Abu sekam padi sebagai sumber silika pada sintesis zeolit ZSM-5 tanpa menggunakan tempat organik, *Akta Kimia Indonesia*, **3**(1), 33-36 dalam Agung, G. F., Hanafie, M. R. dan Mardina, P. (2013): Ekstraksi silika dari abu sekam padi dengan pelarut KOH, *Konversi*, **2**(1), 28-31, ISSN 2541-3481.
- Sitorus, T. K. (2009): *Pengaruh penambahan silika amorf dari sekam padi terhadap sifat mekanis dan sifat fisis mortar*, Skripsi, Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara dalam Pascasari, A., Wahyuni. A.S., Islam. M., Gunawan. A., dan Afrizal. Y. (2021): Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan mortar, *Jurnal Inersia*, **13**(2), 84-88, ISSN 2086-9045.
- Tjokrodinuljo, K. (2012): *Teknologi beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta 6-7 dalam Dananjaya, P. R. M., dan Herdiawan A. A. (2021): *Pengaruh proporsi mikrosilika dan kandungan lumpur terhadap kuat tekan mortar*, Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata.
- Utami, R., Herbudiman B., dan Irawan, R. R. (2017): Efek tipe superplasticizer terhadap sifat beton segar dan beton keras pada beton geopolimer berbasis fly ash, *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, **3**(1), 61-62, ISSN 2477-2569.