

Evaluasi Kekuatan Tekan Mortar Busa dengan Substitusi Semen PCC pada Berbagai Rasio Air-Semen

Hamka*, Kasmaida, Firmansyah

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Sulawesi Selatan

*Corresponding author: hamka1974.wakkang@gmail.com

Diterima: 6 Juli 2026

Disetujui: 14 Juli 2026

Abstract

Foam mortar is a lightweight construction material that has a low specific gravity and is widely used as an alternative non-structural material. One of the factors that influence the characteristics of foam mortar is the water-cement ratio value, (because it is directly related to the level of porosity and strength of the mortar). This study aims to determine the effect of variations in the water-cement ratio on the compressive strength and water absorption of foam mortar. Using an experimental research method with variations of 0.35; 0.40; and 0.50. The results showed that variations affected the compressive strength and water absorption of foam mortar. The compressive strength value increased with increasing curing age, where a variation of 0.35 produced the highest compressive strength at all test ages. Meanwhile, increasing the water-cement ratio value to 0.40 and 0.50 caused a decrease in compressive strength due to increasing porosity of the mixture. In the water absorption test, the water absorption value increased with increasing water-cement ratio value. Thus, variations in the water-cement ratio had a significant effect on the characteristics of foam mortar, with the optimum value obtained at a water-cement ratio variation of 0.35.

Keywords: *foam mortar, water-cement ratio, compressive strength, water absorption*

Abstrak

Mortar busa merupakan salah satu material konstruksi ringan yang memiliki berat jenis rendah dan banyak digunakan sebagai alternatif material non-struktural. Salah satu faktor yang memengaruhi karakteristik mortar busa adalah nilai *water-cement ratio*, (karena berhubungan langsung dengan tingkat porositas dan kekuatan mortar). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi *water-cement ratio* terhadap kuat tekan dan daya serap air mortar busa. Menggunakan metode penelitian eksperimental dengan variasi sebesar 0,35; 0,40; dan 0,50. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi berpengaruh terhadap kuat tekan dan daya serap air mortar busa. Nilai kuat tekan meningkat seiring bertambahnya umur perawatan, di mana variasi 0,35 menghasilkan kuat tekan tertinggi pada seluruh umur pengujian. Sementara itu, peningkatan nilai *water-cement ratio* menjadi 0,40 dan 0,50 menyebabkan penurunan kuat tekan akibat meningkatnya porositas campuran. Pada pengujian daya serap air, nilai serapan air meningkat seiring bertambahnya nilai *water-cement ratio*. Dengan demikian, variasi *water-cement ratio* berpengaruh signifikan terhadap karakteristik mortar busa, dengan nilai optimum diperoleh pada variasi *water-cement ratio* 0,35.

Kata Kunci: *mortar busa, rasio air - semen, kuat tekan, daya serap air*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi konstruksi mendorong penggunaan material yang lebih efisien, ringan, dan ramah lingkungan. Salah satu material yang banyak dikembangkan dalam bidang konstruksi adalah mortar busa (*foam mortar*) [1]. Mortar busa merupakan mortar ringan yang dihasilkan dari campuran semen, pasir, air, dan busa (*foam agent*) sehingga membentuk rongga udara di dalam campuran [2]. Keberadaan rongga udara tersebut menyebabkan mortar busa memiliki berat jenis yang lebih rendah dibandingkan mortar normal, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai material non-struktural, seperti panel dinding ringan, pengisi lantai, dan material insulasi [3]. Selain memiliki berat yang ringan, mortar busa juga dinilai mampu meningkatkan efisiensi penggunaan material konstruksi serta memberikan kemudahan dalam proses pengerjaan di lapangan [4].

Karakteristik mortar busa dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis semen, komposisi campuran, penggunaan *foam agent*, dan nilai *water-cement ratio* (W/C). Nilai *water-cement ratio* merupakan perbandingan antara jumlah air dan semen dalam campuran mortar yang berpengaruh langsung terhadap proses hidrasi, porositas, kuat tekan, dan daya serap air mortar [5]. Penggunaan nilai *water-cement ratio* yang terlalu tinggi dapat meningkatkan jumlah pori pada mortar sehingga menyebabkan penurunan

kuat tekan dan peningkatan daya serap air. Sebaliknya, nilai *water-cement ratio* yang terlalu rendah dapat mengurangi kemudahan pengerjaan (*workability*) campuran mortar [6].

Dalam mortar busa, pengendalian nilai *water-cement ratio* menjadi hal yang penting karena material ini memiliki struktur berpori akibat penambahan busa. Struktur pori tersebut dapat memengaruhi kekuatan dan ketahanan mortar terhadap penyerapan air [7]. Oleh karena itu, diperlukan variasi nilai *water-cement ratio* yang tepat agar diperoleh mortar busa dengan karakteristik mekanis yang baik dan tingkat porositas yang rendah. Penggunaan nilai W/C yang sesuai juga diharapkan mampu menghasilkan mortar busa yang lebih stabil, kuat, dan memiliki daya tahan yang baik terhadap pengaruh lingkungan [8].

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa nilai *rasio air-semen* memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat mekanis mortar ringan. Penelitian sebelumnya menggunakan variasi Faktor Air Semen (FAS) sebesar 0,4; 0,5; 0,6; dan 0,7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai FAS optimum diperoleh pada variasi 0,6, dengan kuat tekan mortar busa pada umur 7, 14, dan 28 hari masing-masing sebesar 3,783 kg/cm², 4,729 kg/cm², dan 6,207 kg/cm². Berdasarkan hasil tersebut, mortar busa pada umur 28 hari dinilai dapat digunakan sebagai material untuk stabilisasi tanah [9]. Karakter perubahan campuran mortar dan beton akibat variasi FAS dan perubahan kadar semen adalah serupa. Kuat tekan meningkat seiring penurunan FAS dan penambahan kadar semen, demikian sebaliknya penurunan kuat tekan terjadi pada saat nilai FAS meningkat dan kadar semen berkurang. Dengan upaya yang telah dilakukan untuk pencapaian peningkatan kuat tekan dengan perlakuan penurunan FAS (hingga 0,357 dari 0,50) dan penambahan semen (hingga 40% dari kadar semen standar), kuat tekan target mortar dan beton yang menggunakan pasir penelitian belum dapat diperoleh [10].

Meskipun demikian, penelitian mengenai evaluasi kuat tekan dan daya serap air mortar busa dengan variasi *water-cement ratio* masih perlu dikembangkan untuk memperoleh komposisi campuran yang optimum. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi *water-cement ratio* terhadap kuat tekan dan daya serap air mortar busa dengan variasi nilai W/C sebesar 0,35; 0,40; dan 0,50. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan mortar busa sebagai material konstruksi ringan yang memiliki karakteristik mekanis yang baik dan lebih efisien digunakan dalam konstruksi bangunan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi *water-cement ratio* terhadap kuat tekan mortar busa serta mengetahui pengaruh variasi *water-cement ratio* terhadap daya serap air mortar busa.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare, dengan pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi rasio air-semen (W/C) terhadap kuat tekan dan daya serap air mortar busa. Data penelitian diperoleh melalui pengujian kuat tekan dan daya serap air pada benda uji mortar busa dengan variasi nilai W/C 0,35, 0,40, dan 0,50.

Analisis data dilakukan secara bertahap, dimulai dari pengolahan data hasil pengujian, perhitungan nilai kuat tekan dan daya serap air, penentuan nilai rata-rata, hingga penyajian data dalam bentuk grafik dan interpretasi berdasarkan teori yang berlaku [11]. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari, sedangkan pengujian daya serap air dilakukan pada umur 28 hari. Selanjutnya, hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui kecenderungan perubahan kuat tekan dan daya serap air akibat variasi rasio air-semen.

Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata setiap variasi campuran serta mengaitkannya dengan teori bahwa nilai W/C rendah menghasilkan campuran yang lebih padat dengan porositas kecil sehingga kuat tekan meningkat dan daya serap air menurun, sedangkan nilai W/C tinggi menyebabkan porositas lebih besar yang mengakibatkan penurunan kuat tekan dan peningkatan daya serap air mortar busa [12].

3. Hasil dan Pembahasan

Sebelum memasuki tahap perancangan campuran (*mix design*), terlebih dahulu dilakukan pengujian dan pemeriksaan material yang akan digunakan sebagai bahan penyusun mortar busa berbasis semen *Portland Composite Cement* (PCC). Semen PCC digunakan sebagai bahan pengikat utama dalam penelitian ini. Pengujian material dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan kualitas bahan yang digunakan agar memenuhi persyaratan dalam pembuatan mortar busa [13].

3.1. Hasil Pengujian Material

Berdasarkan hasil pengujian material agregat halus untuk pembuatan mortar busa, diperoleh nilai kadar lumpur sebesar 2,60%, kadar organik sebesar 1, kadar air sebesar 2,16%, berat volume lepas sebesar 1,43 kg/liter, berat volume padat sebesar 1,53 kg/liter, absorpsi sebesar 1,69%, berat jenis nyata sebesar 2,58, berat jenis dasar kering sebesar 2,47, berat jenis kering permukaan sebesar 2,51, dan modulus kehalusan sebesar 3,21. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa agregat halus memenuhi persyaratan teknis sebagai bahan campuran mortar, sehingga layak digunakan dalam penelitian ini. Kesesuaian agregat halus tersebut mengacu pada ketentuan SNI 03-2834-2000 [14], sehingga secara teknis agregat dapat digunakan sebagai bahan campuran mortar busa.

Tabel 1. Hasil pengujian agregat halus (pasir)

No	Karakteristik	Interval	Hasil
1	Kadar lumpur	Maks 5%	2,60%
2	Kadar organik	< No. 3	1
3	Kadar air	2% - 5%	2,16%
4	Berat volume		
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/ltr	1,43
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/ltr	1,53
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1,69%
6	Berat jenis spesifik		
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2,58
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,47
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,51
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3,21

3.2. Kebutuhan Material

Perancangan campuran mortar busa pada penelitian ini mengacu pada SNI 8640:2018 tentang mortar, sehingga standar perancangan campuran dan pengujian telah disesuaikan dengan karakteristik material mortar [15]. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm × 5 cm × 5 cm. Variabel utama dalam perancangan campuran ini adalah *water-cement ratio* (W/C), sedangkan jumlah semen PCC dan pasir dibuat tetap pada setiap variasi campuran. Variasi nilai *water-cement ratio* digunakan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kuat tekan dan daya serap air mortar busa.

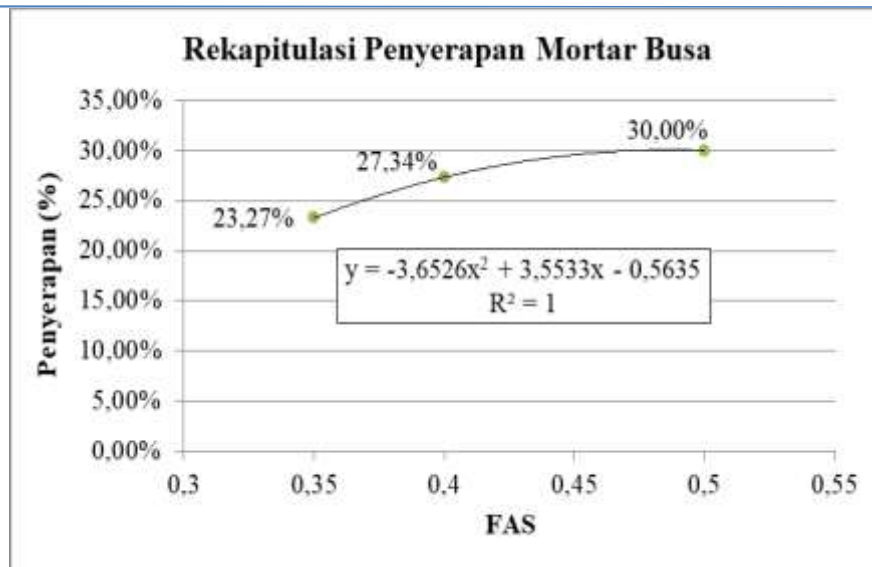
Tabel 2. Kebutuhan material mortar

Variasi W/C	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air Pasta (liter)	Foam Agent (liter)	Air Foam (liter)
0,35	0,400	0,800	0,280	0,00061	0,024
0,40	0,400	0,800	0,320	0,00057	0,023
0,50	0,400	0,800	0,400	0,00051	0,020

3.3. Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air terhadap mortar busa dilakukan pada umur 28 hari. Sebelum pengujian, benda uji ditimbang untuk memperoleh berat basah, kemudian dikeringkan dengan cara dibiarkan dalam kondisi kering udara di dalam ruangan hingga mencapai berat konstan [16]. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat porositas tidak langsung pada mortar busa. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengolahan data pengujian daya serap air pada benda uji mortar busa, diperoleh hasil sebagaimana **Gambar 1**.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh nilai daya serap air rata-rata mortar busa pada variasi *water-cement ratio* (W/C) 0,35 sebesar 23,27%, variasi W/C 0,40 sebesar 27,34%, dan variasi W/C 0,50 sebesar 30,00%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai daya serap air meningkat seiring dengan bertambahnya nilai *water-cement ratio*. Peningkatan nilai W/C menyebabkan terbentuknya pori-pori yang lebih banyak dan lebih besar pada struktur mortar busa, sehingga kemampuan mortar dalam menyerap air menjadi lebih tinggi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *water-cement ratio* berpengaruh signifikan terhadap porositas dan daya serap air mortar busa.

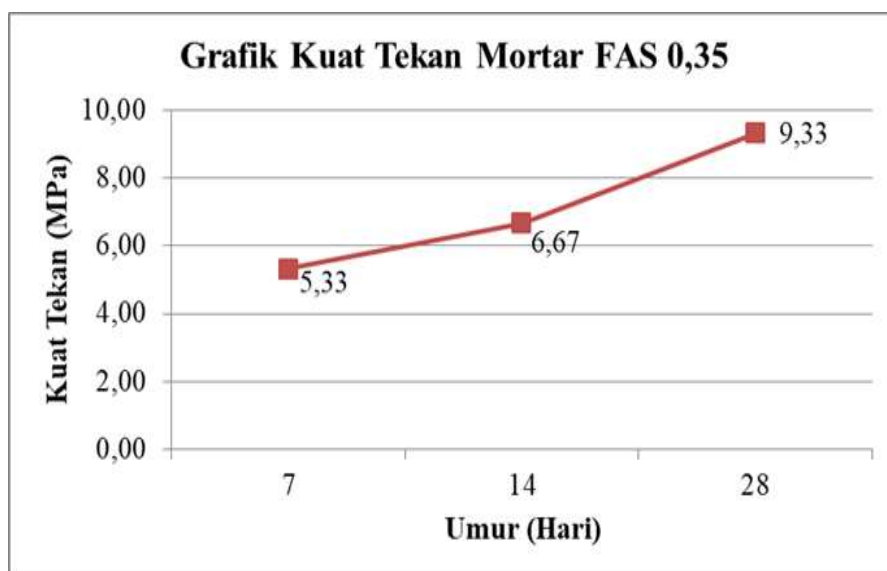


Gambar 1. Grafik daya serap air W/C pada umur 28 hari

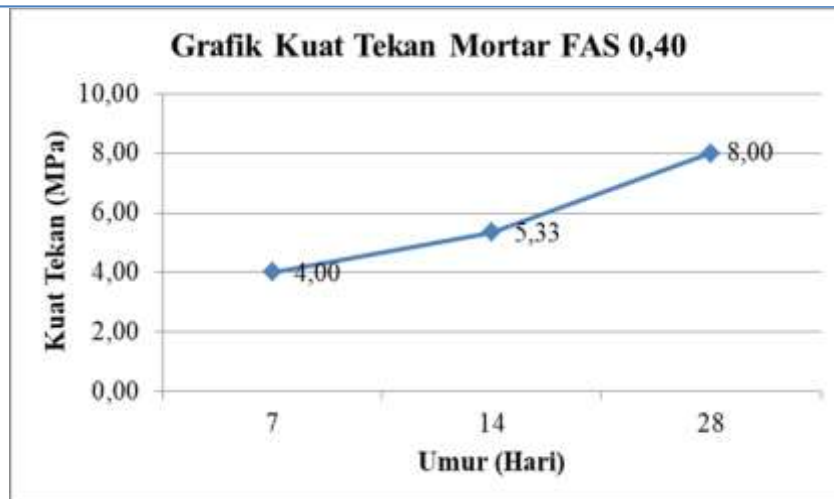
3.3. Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh variasi w/c mengalami peningkatan kuat tekan seiring bertambahnya umur perawatan, namun dengan nilai yang berbeda. Pada variasi w/c 0,35, nilai kuat tekan mortar busa meningkat dari 5,33 MPa pada umur 7 hari menjadi 6,67 MPa pada umur 14 hari, dan mencapai 9,33 MPa pada umur 28 hari. Peningkatan ini menunjukkan bahwa proses hidrasi semen berlangsung secara aktif, sehingga struktur internal mortar busa menjadi lebih padat dan mampu menahan beban tekan yang lebih besar seiring bertambahnya umur perawatan.

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan W/C sebesar 0,35 memungkinkan proses hidrasi semen berlangsung secara berkelanjutan hingga umur 28 hari, sehingga memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kuat tekan mortar busa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa nilai w/c yang rendah menghasilkan pasta semen PCC yang lebih padat, sehingga porositas menurun dan kuat tekan meningkat.



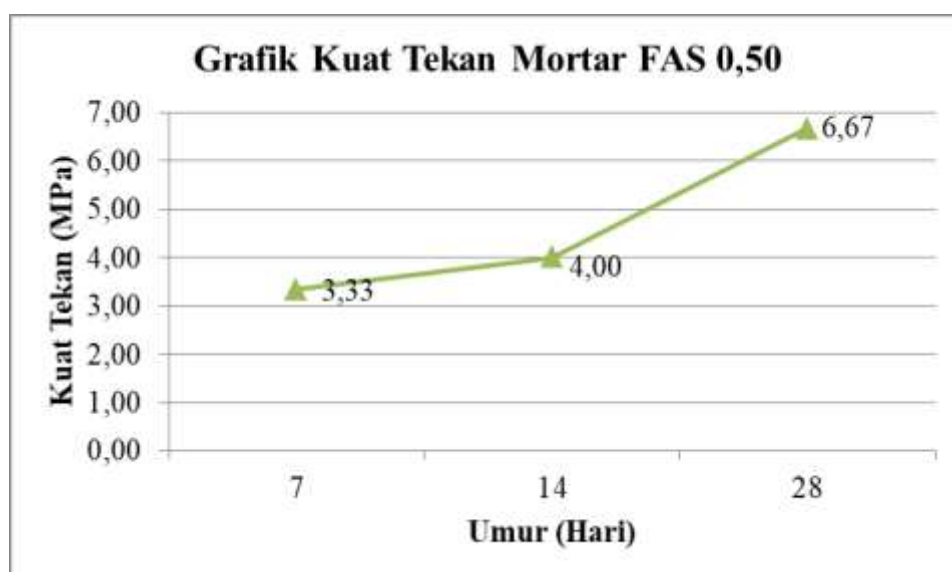
Gambar 2. Grafik Kuat tekan mortar busa dengan W/C 0,35



Gambar 3. Grafik Kuat tekan mortar busa deingan W/C 0,40

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar busa pada variasi w/c 0,40, nilai kuat tekan mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur perawatan. Pada umur 7 hari kuat tekan sebesar 4,00 MPa, meningkat menjadi 5,33 MPa pada umur 14 hari, dan mencapai 8,00 MPa pada umur 28 hari. Peningkatan ini menunjukkan bahwa proses hidrasi semen berlangsung secara aktif sehingga struktur mortar menjadi lebih padat dan kuat.

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan W/C sebesar 0,40 memungkinkan proses hidrasi semen berlangsung secara berkelanjutan hingga umur 28 hari, sehingga memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kuat tekan mortar busa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa mortar busa dengan W/C 0,40 memiliki kadar air yang lebih tinggi sehingga meningkatkan porositas dan menyebabkan kuat tekan lebih rendah dibandingkan dengan W/C 0,35.

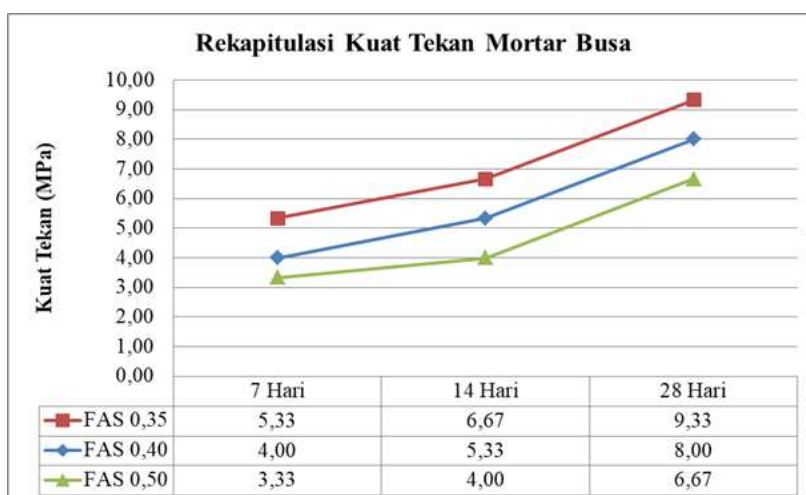


Gambar 4. Grafik Kuat tekan mortar busa deingan W/C 0,50

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar busa pada variasi W/C 0,50, diketahui bahwa kuat tekan mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur perawatan. Kuat tekan tercatat sebesar 3,33 MPa pada umur 7 hari, meningkat menjadi 4,00 MPa pada umur 14 hari, dan mencapai 6,67 MPa pada umur 28 hari. Namun, laju peningkatan kuat tekan pada variasi ini relatif lebih lambat dibandingkan dengan W/C yang lebih rendah.

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan W/C sebesar 0,50 tetap memungkinkan proses hidrasi semen berlangsung hingga umur 28 hari, namun menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah akibat tingginya kadar air yang meningkatkan porositas mortar busa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa

mortar busa dengan W/C 0,50 memiliki struktur pori yang lebih terbuka sehingga kemampuan dalam menahan beban tekan menjadi menurun.



Gambar 5. Rekapitulasi kuat tekan mortar busa dengan *water-cement ratio* (W/C)

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar busa dengan variasi *water-cement ratio* (W/C) 0,35; 0,40; dan 0,50, diketahui bahwa seluruh variasi mengalami peningkatan kuat tekan seiring bertambahnya umur perawatan. Pada umur 7 hari, nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada W/C 0,35 sebesar 5,33 MPa, diikuti W/C 0,40 sebesar 4,00 MPa dan W/C 0,50 sebesar 3,33 MPa. Pada umur 14 hari, kuat tekan meningkat menjadi 6,67 MPa pada W/C 0,35, 5,33 MPa pada W/C 0,40, dan 4,00 MPa pada W/C 0,50. Selanjutnya, pada umur 28 hari, kuat tekan tertinggi tetap diperoleh pada W/C 0,35 sebesar 9,33 MPa, sedangkan W/C 0,40 dan W/C 0,50 masing-masing sebesar 8,00 MPa dan 6,67 MPa.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah nilai *water-cement ratio*, maka kuat tekan mortar busa yang dihasilkan cenderung semakin tinggi. Dengan demikian, variasi W/C berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan mortar busa, di mana W/C 0,35 memberikan kinerja terbaik pada seluruh umur pengujian.

3.4. Hubungan Daya Serap Air dan Kuat Tekan Mortar Busa

Berdasarkan hasil pengujian daya serap air dan kuat tekan mortar busa pada *water-cement ratio* (W/C) 0,35; 0,40; dan 0,50, terlihat adanya hubungan yang berbanding terbalik antara nilai daya serap air dengan kuat tekan mortar busa. Nilai daya serap air rata-rata pada W/C 0,35 sebesar 23,27%, W/C 0,40 sebesar 27,34%, dan W/C 0,50 sebesar 30,00%. Sementara itu, kuat tekan mortar busa umur 28 hari pada masing-masing variasi W/C berturut-turut sebesar 9,33 MPa, 8,00 MPa, dan 6,67 MPa.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar nilai *water-cement ratio* maka daya serap air mortar busa semakin meningkat, sedangkan nilai kuat tekan yang dihasilkan semakin menurun. Peningkatan daya serap air menunjukkan bahwa jumlah pori-pori dalam mortar busa semakin banyak dan ukuran rongga yang terbentuk semakin besar. Kondisi ini menyebabkan struktur mortar busa menjadi kurang padat sehingga kemampuan dalam menahan beban tekan menjadi lebih rendah.

Pada variasi W/C 0,35 diperoleh nilai daya serap air paling rendah yaitu 23,27% dan menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 9,33 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan W/C yang lebih rendah menghasilkan pasta semen yang lebih padat dengan jumlah pori yang lebih sedikit. Sebaliknya, pada variasi W/C 0,50 diperoleh nilai daya serap air tertinggi yaitu 30,00% dengan kuat tekan terendah sebesar 6,67 MPa. Tingginya nilai W/C menyebabkan jumlah air dalam campuran semakin besar sehingga setelah proses hidrasi berlangsung akan meninggalkan rongga pori yang lebih banyak dan menurunkan kekuatan mortar busa.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa daya serap air berpengaruh terhadap kuat tekan mortar busa. Semakin tinggi daya serap air maka kuat tekan mortar busa cenderung menurun, sedangkan semakin rendah daya serap air maka kuat tekan mortar busa meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa porositas mortar busa yang ditunjukkan oleh nilai daya serap air memiliki hubungan yang signifikan terhadap kuat tekan yang dihasilkan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa variasi rasio air-semen (W/C) berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan dan daya serap air mortar busa. Nilai kuat tekan meningkat seiring bertambahnya umur perawatan, di mana variasi W/C 0,35 menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 9,33 MPa pada umur 28 hari. Sementara itu, nilai daya serap air meningkat seiring bertambahnya nilai W/C, yaitu sebesar 23,27% pada W/C 0,35, 27,34% pada W/C 0,40, dan 30,00% pada W/C 0,50. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah nilai W/C, maka struktur mortar busa menjadi lebih padat, porositas berkurang, kuat tekan meningkat, dan daya serap air menurun.

5. Referensi

- [1] I. G. A. N. Purnawirati, "Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Sifat Mekanik Beton Ringan Styrofoam," *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 59–70, 2020. <https://dx.doi.org/10.31602/jk.v3i2.4067>.
- [2] Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat, *Skh-2.7.21 Material Ringan Mortar Busa*. 2024.
- [3] M. A. Manan and E. Utomo, "Analisis Kuat Tekan Beton Porous Dengan Perbandingan Nilai Faktor Air Semen (FAS)," *Civil Engineering Scientific Journal*, vol. 1, no. 1, 2022. <https://doi.org/10.35334/cesj.v1i1.2887>.
- [4] I. Agus, "Desain Beton Berongga (*Porous Concrete*) Dengan Variasi Faktor Air Semen (FAS) Sebagai Beton Ramah Lingkungan," *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, vol. 11, no. 1, pp. 18–24, 2022. <https://doi.org/10.55340/jmi.v11i1.825>.
- [5] M. Kissya, "Pengaruh Faktor Air Semen dan Gradasi Pasir Terhadap Kuat Tekan Mortar Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Filler Material Kuarsa," Universitas Merdeka Malang, Malang, 2022. <https://eprints.unmer.ac.id/id/eprint/4348>
- [6] J. J. S. Pah, P. M. Tulle, R. A. Bella, and D. A. T. Sina, "Hubungan Faktor Air-Semen Dan Faktor Air-Foam Terhadap Kuat Tekan Dan Berat Volume Bata Ringan CLC," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 11, no. 2, pp. 119–132, 2022. <https://sipil.ejournal.web.id/index.php/jts/article/view/524/376>.
- [7] I. S. Fuad, "Pengaruh penambahan superplasticizer dan silica fume terhadap kuat tekan mortar dengan FAS 0, 3," *Jurnal Desiminasi Teknologi*, vol. 9, no. 2, 2021. <http://dx.doi.org/10.52333%2Fdestek.v9i2.785>.
- [8] A. Mukhlis and N. Nazaruddin, "Pengaruh Variasi Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Abu Cangkang," *Jurnal Ilmiah Teknik Unida*, vol. 3, no. 2, pp. 159–171, 2022. <https://doi.org/10.55616/jitu.v3i2.375>.
- [9] A. Susilowati and F. Nabhan, "Pengaruh Variasi Faktor Air Semen Terhadap Mortar Busa," *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*, vol. 1, no. 2, pp. 9–15, 2021. <https://doi.org/10.31963/jacee.v2i1.2797>.
- [10] A. Wulandari and F. Frieda, "Pengaruh Variasi Fas Dan Kadar Semen Pada Kuat Tekan Mortar Dan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai Kahayan Di Kota Palangka Raya," *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 80–94, 2022. <https://dx.doi.org/10.31602/jk.v4i2.6411>.
- [11] T. B. Santoso and M. F. Miftah, "Pengaruh Penambahan Foam Agent Terhadap Density, Daya Serap Air Dan Kuat Tekan Mortar," *Jurnal Riset Teknik Sipil dan Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 32–39, 2023. <https://doi.org/10.57203/jriteks.v2i1.2023.32-39>
- [12] A. Hamidi, R. Saily, and M. A. Hidayat, "Pengaruh Sifat Karakteristik Mortar Busa Dengan Penambahan Addictive," *SAINSTEK*, vol. 10, no. 1, pp. 73–79, 2022. <https://doi.org/10.35583/js.v10i1.11>
- [13] J. O. Simanjutak, D. Suita, S. P. Simorangkir, N. I. M. Simanjutak, and G. A. Simangunsong, "Kajian Korelasi Campuran 1: 2: 3 terhadap Kuat Beton dengan FAS (Faktor Air Semen) yang Berbeda," *Innovative: Journal Of Social Science Research*, vol. 3, no. 6, pp. 8314–8321, 2023, Accessed: May 22, 2026. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/7272>
- [14] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- [15] SNI 8640:2018, *Spesifikasi Bata Ringan untuk Pasangan Dinding*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2018.
- [16] H. Sujatmiko, "Pengaruh Variasi komposisi campuran mortar terhadap kuat tekan," *Nusantara Hasana Journal*, vol. 3, no. 8, pp. 21–29, 2024, Accessed: May 22, 2026. <https://nusantarahasanajournal.com/index.php/nhj/article/view/1041>