



Pengaruh penambahan abu sekam terhadap kuat tekan, daya serap air, dan kinerja termal pada beton

Muhammad Akmal Rusmawan^{a*}, Shifa Fauziah^a, Hartono^a

^{a*}, ^a *Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia*

ARTICLE INFO

Corresponding author:

Email:

Akmalrusmawan@students.undip.ac.id

Article history:

Received : 16 October 2024

Accepted : 25 November 2024

Publish : 30 December 2024

Keywords:

bricks, compressive strength, rice husk as, thermal, water absorption

ABSTRACT

Bricks are widely used in construction due to their affordability and ease of production, but traditional bricks pose environmental challenges. This study explores improving brick quality by adding rice husk ash (RHA). Two types of bricks, solid and perforated (37 x 15 x 9 cm, with 4 x 7 cm perforations), were tested with RHA additions of 0%, 5%, 10%, 15%, and 20%. Tests included water absorption, compressive strength, and thermal conductivity at 21 days. The results showed that adding up to 10% of RHA significantly improved compressive strength and water absorption. The 10% variation gave the best compressive strength: 4.74 MPa for solid bricks and 4.56 MPa for perforated bricks. However, adding more than 10% reduced strength. The 5% RHA variation had the lowest water absorption, 1.95% for solid bricks and 1.93% for perforated, making it ideal for applications requiring water resistance. Bricks with 20% RHA demonstrated the best thermal performance, reducing temperature rise by 8.23°C in solid bricks and 8.00°C in perforated bricks. The 20% variation also lowered production costs, making it the most economical option. In conclusion, RHA is an effective additive for improving brick quality, with 10% RHA being optimal for strength and water resistance and 20% RHA for thermal performance and cost efficiency.

Copyright © 2024 PILARS-UNDIP

1. Pendahuluan

Batako adalah bahan bangunan yang terbuat dari campuran pasir, semen, dan air yang dicetak dalam bentuk blok atau bata. Batako sering digunakan sebagai alternatif dari batu bata merah karena sifatnya yang lebih ringan, lebih besar, dan biasanya lebih murah (Supribadi, 1986). Namun, batako tradisional memiliki sejumlah kelemahan, terutama terkait dampak lingkungan yang negatif dan kontribusinya terhadap polusi. Penggunaan semen sebagai bahan utama dalam pembuatan batako menimbulkan kekhawatiran karena sifatnya yang tidak terbarukan dan potensi kelangkaan di masa depan (Revo, 2022). Berdasarkan data Industri Research, permintaan semen di Indonesia terus meningkat dari 2003 hingga 2023, yang semakin memperkuat risiko kelangkaan tersebut. Dalam upaya mengatasi potensi kelangkaan semen, inovasi bahan pengganti menjadi penting. Salah satu alternatif yang menjanjikan adalah abu sekam padi, yang kaya akan pozzolan dan silika (Victor & Septianti, 2019). Indonesia sebagai negara agraris besar memiliki potensi limbah pertanian yang belum sepenuhnya dimanfaatkan, salah satunya adalah limbah sekam padi. Berdasarkan data dari Pemerintah Provinsi Lampung, dari luas panen padi sebesar 489.573,23 hektar, diproduksi sekitar 2.485.452,78 ton padi, dan sekitar 60% dari hasil panen ini berupa limbah. Pemanfaatan limbah ini dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi dampak lingkungan dari sektor konstruksi. Penelitian menunjukkan bahwa abu sekam padi dapat meningkatkan kualitas batako, baik dalam hal kekuatan maupun efisiensi (Meliyana et al., 2019). Silika dalam abu sekam padi berfungsi sebagai pozzolan, yang artinya dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida yang dihasilkan oleh semen

portland, membentuk senyawa silikat yang lebih kuat dan stabil. Proses ini dikenal sebagai efek pozzolan, yang pada akhirnya meningkatkan sifat mekanis dari material bangunan seperti batako (Hendramawat et al., 2021). Selain itu, penelitian juga menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi dalam campuran batako dapat meningkatkan kualitas batako dibandingkan dengan batako konvensional, terutama dari segi densitas dan kekuatan tekan (Rahmaniah et al., 2015). Penelitian sebelumnya masih memiliki keterbatasan, seperti kurangnya variasi persentase abu sekam padi yang diuji dan minimnya analisis menyeluruh terhadap kinerja termal batako. Selain itu, penelitian terdahulu umumnya belum membandingkan hasil dari aspek kuat tekan, daya serap air, analisis biaya, serta kinerja termal secara komprehensif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan tersebut dengan menguji berbagai variasi penambahan abu sekam padi (0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%) pada batako pejal dan berlubang. Uji ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan, daya serap air, kinerja termal, serta melakukan analisis biaya secara mendalam.

2. Data dan metode

2.1. Metode penelitian

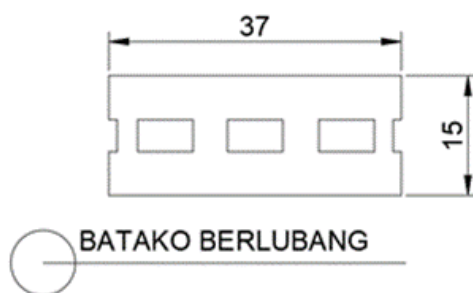
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimental. Eksperimen dilakukan untuk menguji hipotesis dengan variasi persentase abu sekam padi (ASP) pada batako pejal dan berlubang. Pengujian dilakukan pada umur 21 hari dan hasilnya dikonversi ke umur 28 hari. Penelitian eksperimental ini bertujuan untuk menguji batako pejal dan berlubang dengan ASP terhadap uji kuat tekan, daya serap air, kinerja termal, dan analisis biaya produksi.

2.2. Pengujian material

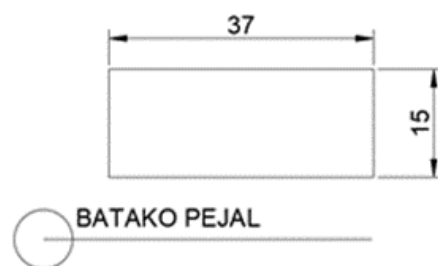
Pengujian kelayakan material dilakukan untuk memastikan bahwa material tersebut memenuhi spesifikasi standar yang berlaku. Pengujian ini dilakukan terhadap agregat halus, yaitu pasir, dengan spesifikasi yang sesuai dengan Uji Saringan Agregat Halus menggunakan standar ASTM C-136. Pengujian agregat halus ini mencakup beberapa uji, yaitu uji saringan agregat halus, uji berat jenis, uji kadar air dan uji zat organik. Pengujian semen mencakup uji konsistensi semen dan uji pengikatan awal yang semuanya dilakukan berdasarkan standar SNI 2049:2015, SNI 1970:2008 dan SNI 03-0349-1989.

2.3. Persiapan desain benda uji

Desain batako pejal dan berlubang disiapkan dengan ukuran 37x15x9 cm. Batako berlubang memiliki tiga lubang sejajar berdiameter 4x7 cm, sesuai dengan penelitian Kurniati, (2018) yang menunjukkan keunggulan dalam hal kuat tekan dan daya serap air. Oleh karena itu, penulis menggunakan batako berlubang dengan spesifikasi tersebut sebagai referensi. Batako pejal yang sering digunakan di pasaran juga diambil sebagai contoh dengan ukuran yang sama. Adapun ilustrasi bentuk batako ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Batako Berlubang



Gambar 2. Batako Pejal

2.4. Pembuatan rancangan campuran

Penelitian ini mengacu pada pedoman SNI 03-0349-1989 dan *mix design* berdasarkan penelitian terdahulu sebagai referensi utama. Komposisi campuran yang digunakan adalah 1 bagian semen (PC)

dan 6 bagian pasir (PS), dengan faktor air semen (FAS) sebesar 0,3. Dalam prosesnya, Abu Sekam Padi disubstitusi dengan semen padi pada variasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Setelah itu, dilakukan konversi berdasarkan perbandingan volume batako dan berat jenis masing-masing material, sehingga diperoleh massa material yang dibutuhkan untuk setiap komposisi secara tepat. Adapun komposisi rencana campuran disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Rencana Campuran

| Volume | Sampel | Semen (gr) | Abu Sekam (gr) | Pasir (gr) | Air (gr) |
|--|-----------|------------|----------------|------------|----------|
| 4995 cm ³ (Pejal) | Variasi A | 2.249,89 | 0 | 11,132 | 674,3 |
| | Variasi B | 2.138,25 | 49,95 | 11,132 | 641,4 |
| | Variasi C | 2.025,33 | 99,9 | 11,132 | 607,6 |
| | Variasi D | 1.914,89 | 149,78 | 11,132 | 574,4 |
| | Variasi E | 1.799,9 | 199,8 | 11,132 | 539,9 |
| 4239 cm ³ (Berlubang) | Variasi A | 1.907,55 | 0 | 9.451 | 572,2 |
| | Variasi B | 1.814,15 | 42,46 | 9.451 | 544,2 |
| | Variasi C | 1.717,1 | 84,78 | 9.451 | 515,1 |
| | Variasi D | 1.622,55 | 123,57 | 9.451 | 486,7 |
| | Variasi E | 1.526,04 | 169,56 | 9.451 | 457,8 |

2.5. Metode pembuatan benda uji

Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Ukur takaran menggunakan timbangan berdasarkan perhitungan *job mix design*. Aduk bahan sampai merata selama kurang lebih dua menit. Masukkan material kedalam cetakan batako pejal dan berlubang. Padatkan material yang telah dimasukkan kedalam cetakan sampai benar-benar padat. Keluarkan batako yang sudah jadi dari cetakan dan letakkan di atas papan. Proses dilakukan secara berulang sampai jumlah 32 benda uji.

3. Hasil dan pembahasan

Pada bagian ini, akan dibahas hasil dari berbagai pengujian yang telah dilakukan terhadap batako dengan variasi penambahan abu sekam padi (ASP). Pengujian meliputi uji material, kuat tekan, daya serap air, kinerja termal, dan analisis biaya produksi. Hasil-hasil ini kemudian dibandingkan dengan penelitian sebelumnya untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pengaruh ASP terhadap kualitas batako. Pembahasan ini bertujuan untuk mengidentifikasi variasi ASP yang optimal dalam meningkatkan kualitas batako, baik dari segi kekuatan, ketahanan terhadap air, efisiensi termal, maupun biaya produksi. Dengan demikian, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan material bangunan yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis.

3.1. Pengujian material

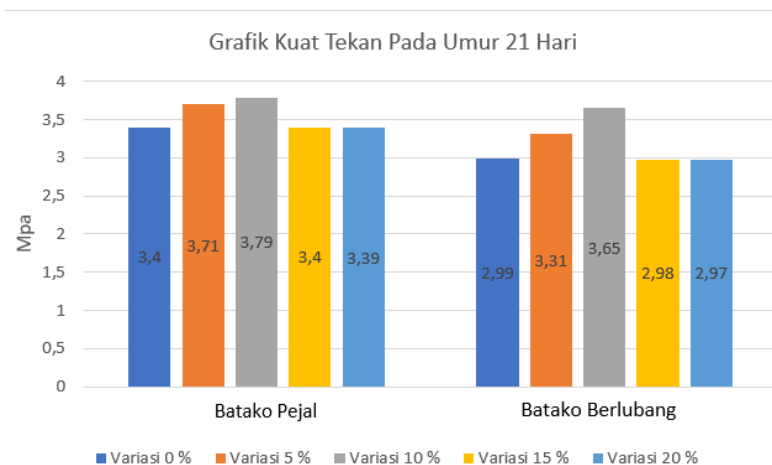
Material yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi standar yang berlaku. Agregat halus telah diuji sesuai dengan ASTM C-136 dan SNI 1970:2008, memenuhi persyaratan untuk berat jenis, kadar air, serta kandungan zat organik. Untuk semen, pengujian dilakukan berdasarkan SNI 2049:2015 dan SNI 03-0349-1989, yang memastikan konsistensi serta waktu pengikatan awal sesuai standar yang ditetapkan. Adapun hasil pengujian material disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian material

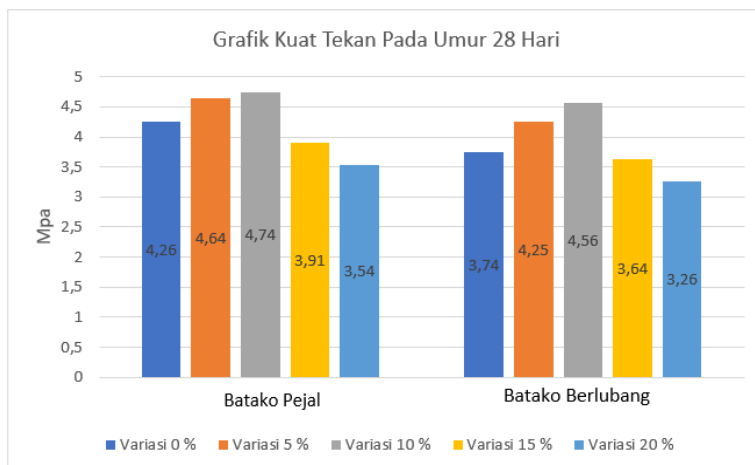
| Jenis Pengujian | Hasil | | SNI | Keterangan |
|---------------------------|--|-----------|------------------|------------|
| Uji Saringan | 3.49 % | 1,5 – 3,8 | ASTM C-136 | Memenuhi |
| Uji Berat Jenis | 2.6 gr/cm ³ | 2,5 – 2,8 | SNI 1970:2008 | Memenuhi |
| Uji Kadar Air | 0,2 % | | SNI 1970:2008 | Memenuhi |
| Uji Zat Organik | Pasir tidak mengandung zat organik yang berlebihan, sesuai dengan standar yang ditetapkan | | SNI 1970:2008 | Memenuhi |
| Uji Konsistensi Semen | Pada penambahan air 28% dari berat semen, jarum Vicat menembus hingga kedalaman 10 ± 1 mm | | SNI 2049:2015 | Memenuhi |
| Uji Pengikatan Awal Semen | Waktu pengikatan awal: 105 menit (jarum Vicat menembus hingga kedalaman 25 mm pada detik ke-30 setelah dilepaskan) | | SNI 03-0349-1989 | Memenuhi |

3.2. Hasil pengujian kuat tekan benda uji

Pengujian kuat tekan batako dilakukan pada usia 21 hari lalu menggunakan perhitungan konversi untuk mendapat kuat tekan usia 28 hari. Hasil uji kuat tekan batako disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 21 Hari



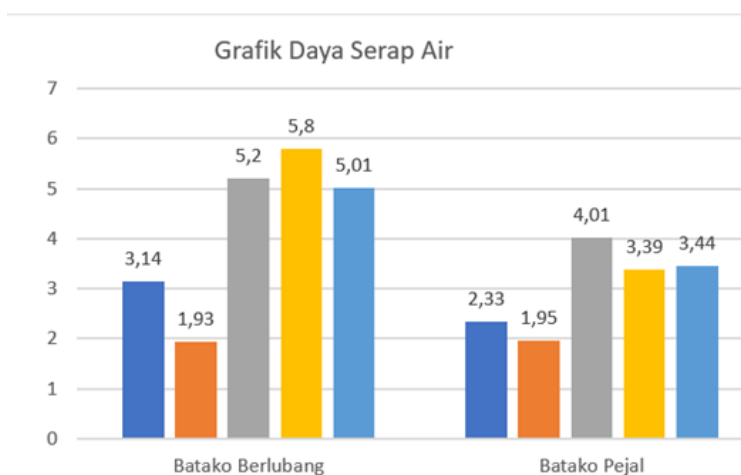
Gambar 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari

Berdasarkan hasil konversi uji kuat tekan batako pada umur 28 hari yang ditunjukkan pada Gambar 3, variasi abu sekam padi (ASP) memberikan pengaruh signifikan terhadap kuat tekan batako, baik pejal maupun berlubang. Pengujian dilakukan pada batako dengan variasi ASP sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan ASP hingga 10% dapat meningkatkan kuat tekan batako, namun penambahan lebih dari itu cenderung menurunkan kualitasnya. Pada variasi 0% ASP, batako pejal memiliki kuat tekan rata-rata 4.26 MPa (Mutu III), sedangkan batako berlubang 3.74 MPa (Mutu IV). Pada variasi 5% ASP, batako pejal meningkat menjadi 4.64 MPa (Mutu III), dan batako berlubang menjadi 4.25 MPa (Mutu III). Pada variasi 10% ASP, batako pejal mencapai kuat tekan tertinggi dengan rata-rata 4.74 MPa (Mutu III), dan batako berlubang 4.56 MPa (Mutu III). Namun, pada variasi 15% ASP, kuat tekan batako pejal menurun menjadi 3.91 MPa (Mutu IV), dan batako berlubang menjadi 3.64 MPa (Mutu IV). Pada variasi 20% ASP, batako pejal memiliki kuat tekan rata-rata 3.54 MPa (Mutu IV), dan batako berlubang 3.26 MPa (Mutu IV). Secara keseluruhan, batako pejal menunjukkan kuat tekan lebih tinggi dibandingkan batako berlubang pada semua variasi ASP.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Hendramawat Aski (2021) yang menunjukkan peningkatan kuat tekan beton dengan penambahan 10% abu sekam padi. Penelitian ini juga mendukung temuan Saloma et al. (2018) yang menunjukkan bahwa substitusi 10% abu sekam padi mencapai kuat tekan maksimum. Penurunan ini konsisten dengan temuan Saloma et al. (2018) yang menunjukkan bahwa substitusi abu sekam padi lebih dari 10% tidak memberikan peningkatan kekuatan yang signifikan. Abu Sekam Padi (ASP) dalam pembuatan batako dapat meningkatkan kuat tekan karena bahan ini memiliki sifat yang mendukung terbentuknya struktur yang lebih padat dan kuat. ASP kaya akan kandungan silika, yang berperan sebagai bahan pozzolan. Pozzolan bereaksi dengan kalsium hidroksida yang terbentuk selama proses hidrasi semen, menghasilkan lebih banyak kalsium silikat hidrat, komponen utama yang memberikan kekuatan pada beton dan batako (Baktiar & Alvian, 2021). Dengan demikian, porositas campuran berkurang dan kuat tekan meningkat. Selain itu, serbuk cangkang kerang, yang kaya akan kalsium karbonat (CaCO_3), berfungsi sebagai bahan pengisi yang mengisi rongga-rongga dalam matriks semen, sehingga mengurangi ruang kosong, meningkatkan kepadatan, dan meningkatkan kuat tekan batako.

3.3. Hasil pengujian daya serap benda uji

Pengujian daya serap batako dilakukan pada umur 21. Adapun hasil uji kuat tekan batako ditunjukkan pada Gambar 5.



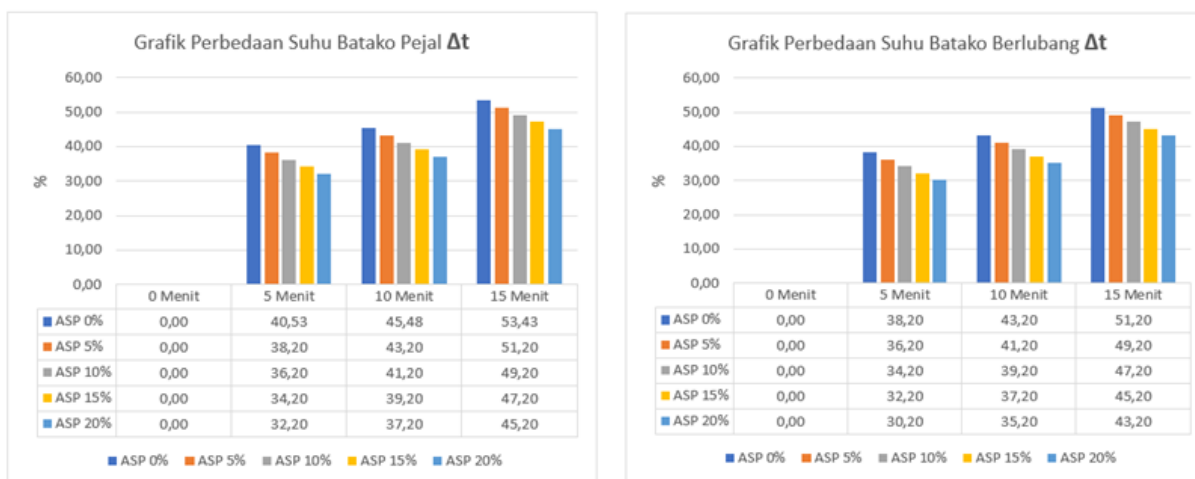
Gambar 5. Hasil Pengujian Daya Serap Air

Hasil pengujian daya serap air pada batako menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi (ASP) mempengaruhi kemampuan batako dalam menyerap air. Variasi 5% ASP menunjukkan daya serap air terendah, yaitu 1,95% untuk batako pejal dan 1,93% untuk batako berlubang, menandakan ketahanan terbaik terhadap air. Sebaliknya, penambahan ASP lebih dari 5% meningkatkan daya serap air, dengan variasi 10% mencatat daya serap tertinggi sebesar 4,01% untuk batako pejal dan 5,20%

untuk batako berlubang. Variasi 15% dan 20% juga menunjukkan peningkatan daya serap air, masing-masing mencapai 3,39% dan 3,44% untuk batako pejal, serta 5,80% dan 5,01% untuk batako berlubang. Hasil ini mendukung penelitian Rahmaniah (2015) yang menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi dapat meningkatkan porositas dan daya serap air. Secara keseluruhan, penambahan ASP hingga 5% memberikan hasil terbaik dalam mengurangi daya serap air, sementara penambahan lebih dari 5% meningkatkan porositas, sehingga meningkatkan daya serap air. Semua variasi tetap memenuhi spesifikasi SNI dan dapat digunakan dalam konstruksi yang memerlukan ketahanan terhadap air.

3.4. Hasil pengujian kinerja termal benda uji

Hasil uji termal pada batako pejal dan berlubang, penambahan abu sekam padi (ASP) terbukti menurunkan meredamkan suhu. Pada batako pejal, peningkatan suhu tanpa ASP selama 15 menit berturut-turut adalah 0.00°C, 40.53°C, 45.48°C, dan 53.43°C, sedangkan dengan ASP 20%, penurunannya mencapai 0.00°C, 32.20°C, 37.20°C, dan 45.20°C. Pada batako berlubang, hasil serupa terjadi, dengan suhu tanpa ASP sebesar 0.00°C, 38.20°C, 43.20°C, dan 51.20°C, dan dengan ASP 20%, turun menjadi 0.00°C, 30.20°C, 35.20°C, dan 43.20°C. Secara keseluruhan, batako berlubang lebih efektif menahan panas dibandingkan batako pejal, dan penambahan ASP meningkatkan kemampuan isolasi termal pada kedua jenis batako. ASP berperan sebagai isolator karena kandungan silika yang baik dalam mengurangi transfer panas, seperti yang dijelaskan oleh Wibowo et al. (2013). Penambahan ASP 20% pada batako pejal menurunkan peningkatan suhu hingga 8.23°C, sedangkan pada batako berlubang menurunkan 8.00°C dalam waktu yang sama. Struktur berlubang pada batako juga memperkuat kemampuan menahan panas karena sirkulasi udara yang lebih baik. Perbedaan ini semakin nyata pada interval 15 menit, di mana batako berlubang tanpa ASP mencapai suhu 51.20°C, sementara batako pejal mencapai 53.43°C. Dengan penambahan ASP 20%, suhu pada batako berlubang turun menjadi 43.20°C, dan pada batako pejal menjadi 45.20°C. Kandungan silika dalam sekam padi, seperti dijelaskan Rahmaniah et al. (2015), membantu menahan panas serta menjaga kestabilan suhu, dengan oksigen dan kadar air rendah pada batako yang mendukung proses peredaman panas. Adapun hasil pengujian termal disajikan pada Gambar 5.

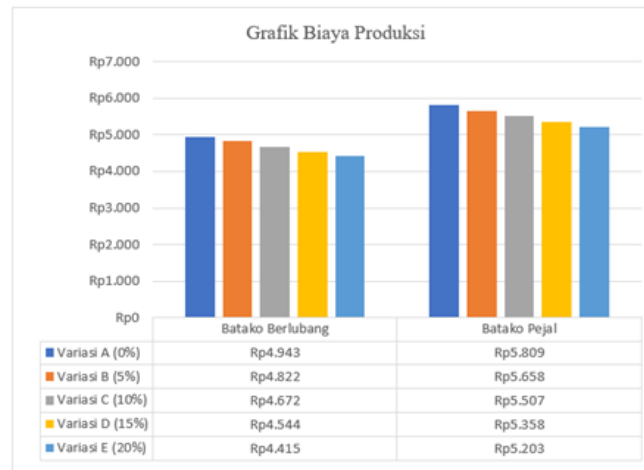


Gambar 5. Hasil Pengujian Kinerja Termal Pejal dan Termal Berlubang

3.5. Analisis biaya

Hasil analisis biaya produksi batako menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi (ASP) secara signifikan mengurangi biaya produksi. Batako konvensional pejal tanpa ASP memiliki biaya produksi sebesar Rp 5.809,00 per buah, sementara batako berlubang tanpa ASP sebesar Rp 4.943,00 per buah. Dengan penambahan ASP, biaya produksi menurun pada setiap variasi. Variasi 5% ASP menurunkan biaya produksi batako pejal menjadi Rp 5.658,00 dan batako berlubang menjadi Rp 4.822,00. Variasi 10% ASP lebih lanjut menurunkan biaya menjadi Rp 5.507,00 untuk batako pejal dan Rp 4.672,00 untuk batako berlubang. Penurunan biaya paling signifikan terjadi pada variasi 20% ASP, dengan biaya produksi batako pejal sebesar Rp 5.203,00 dan batako berlubang sebesar Rp 4.415,00.

Penurunan biaya ini disebabkan oleh pengurangan penggunaan semen, yang sebagian digantikan oleh ASP, yang merupakan limbah pertanian tanpa biaya tambahan. Secara keseluruhan, penambahan ASP hingga 20% terbukti efisien dalam menekan biaya produksi, memberikan manfaat ekonomi sekaligus memanfaatkan limbah pertanian. Semua variasi tetap memenuhi standar SNI 03-0349-1989, menjadikan batako dengan ASP sebagai pilihan yang ekonomis dan ramah lingkungan untuk konstruksi. Adapun hasil analisis biaya ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Daftar Harga/Benda Uji

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi hingga 10% dalam campuran batako memberikan peningkatan kuat tekan yang signifikan dan kinerja termal yang baik, sementara penambahan lebih dari 10% cenderung menurunkan kuat tekan dan meningkatkan daya serap air. Semua variasi tetap memenuhi standar SNI dan dapat digunakan dalam konstruksi yang memerlukan ketahanan terhadap air dan panas. Variasi 10% ASP direkomendasikan untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan tinggi dan durabilitas, sementara variasi 5% ASP cocok untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap air. Variasi 20% ASP direkomendasikan untuk aplikasi yang memerlukan isolasi termal tinggi. Penambahan ASP juga terbukti efisien dalam menekan biaya produksi, memberikan manfaat ekonomi sekaligus memanfaatkan limbah pertanian. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengembangkan bahan bangunan yang lebih ramah lingkungan tetapi juga memberikan solusi konstruksi yang lebih ekonomis dan berkelanjutan. Temuan ini diharapkan dapat diadopsi oleh industri konstruksi untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam penggunaan material bangunan.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada Universitas Diponegoro, Dosen pembimbing beserta seluruh pihak yang telah membantu proses keberlangsungan pelaksanaan hingga akhir penelitian ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan juga untuk teman-teman yang sudah membantu penelitian ini.

Referensi

- Ahmad, I. A., Atika, F., & Asrib, A. R. (2022). CHARACTERISTICS OF BRICKS WITH RICE HUSK ASH FROM BRICK PRODUCTION WASTE ARTICLE INFO ABSTRACT.
- Baktiar, & Alvian, A. (2021). PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK KACA TERHADAP KUAT TEKAN BETON NON-STRUKTURAL.
- Basry Wahiduddi. (2019). Peningkatan Kualitas Batako dengan Penambahan Abu Sekam Padi.
- I Komang Agus Ariana. (2024). Batako Ramah Lingkungan dengan Penambahan Bahan Limbah Abu Sekam Padi sebagai Pengganti Sebagian Semen Mengacu kepada SNI 03-0349-1989.

- Kota, J. T., & Ridha, N. A. (2023). Universitas Pepabri Makassar Pengujian Kuat Tekan Batako dengan Penambahan Abu Sekam Padi (Rice husk ash). Nurul Azmi Ridha, 1(2), 20–21. <http://jurnal.unpepabri.ac.id/index.php/tekstur>.
- Meliyana, M., Rahmawati, C., & Handayani, L. (2019). Sintesis Silika Dari Abu Sekam Padi Dan Pengaruhnya Terhadap Karakteristik Bata Ringan. Elkawnie, 5(2), 164. <https://doi.org/10.22373/ekw.v5i2.5533>
- Parmin Lumbantoruan. (2022). KEMAMPUAN VARIASI CAMPURAN SEKAM PADI PADA BATAKO TERHADAP PEREDAMAN SUHU.
- Pertiwi, N., Aswani Ahmad, I., & Darma Wirawan, G. (2022). SIFAT FISIK DAN KIMIAWI BATAKO RAMAH LINGKUNGAN. Dalam Indonesian Journal of Fundamental Sciences (Vol. 8, Nomor 2).
- Rahman, D. F. (2021). Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton Self Compacting Concrete (SCC) Terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton.
- Said Dosen Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, M. L. (2015). THERMAL CONDUCTIVITY TEST VALUE BATAKO HOLLOW WITH RICE HUSK.
- Simatupang1, F. M., & Purwandito2, M. (2022). Penambahan Bahan Limbah Abu Sekam Padi Pada Campuran Batako Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur.
- Standar Nasional Indonesia Badan Standardisasi Nasional Bata beton untuk pasangan dinding. (t.t.).
- Utary, C. M., Nurlaila, R., Ishak, I., Sylvia, N., & Meriatna, M. (2023). PENGARUH WAKTU DAN SUHU PEMBAKARAN ABU SEKAM PADI PADA PROSES EKSTRAKSI SILIKA DENGAN PELARUT NaOH. Chemical Engineering Journal Storage (CEJS), 3(4), 469. <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i4.9795>
- Victor, D., & Septianti. (2019). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi terhadap Sifat Mekanik Standar Nasional Indonesia Badan Standardisasi Nasional Bata beton (Paving block).
- Standar Nasional Indonesia Semen portland ICS 91.100.10 Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 03-0349-1989 Bata Beton Untuk Pasangan Dinding.
- Standar Nasional Indonesia, 15-2049-2004 Semen Portland.
- Standar Nasional Indonesia 1970:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.
- Standar Nasional Indonesia 2049:2015 Semen Portland.
- Standar Nasional Indonesia 03-6827-2002 Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland dengan Menggunakan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil.