



Analisis Kuat Tekan Beton Mutu Normal dengan Substitusi Abu Sekam Padi sebagai Bahan Tambah Pozzolan

Rina Susanti^{1*}, Rika Rahmawati², Pijay Gumelar³, Yeddy Andriansyah⁴, Sangiru⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi dan Informatika, Universitas Mathla'ul Anwar Banten

Jalan. Raya Labuan KM 23 Cikaliung, Sindanghayu, Kec. Saketi, Pandeglang – Banten

Email: Robby_bae87@yahoo.com

Abstrak. Pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan tambah pada beton menjadi salah satu alternatif dalam mendukung konstruksi berkelanjutan. Abu sekam padi mengandung silika reaktif yang berpotensi meningkatkan kualitas pasta semen melalui reaksi pozzolan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh substitusi abu sekam padi terhadap kuat tekan beton mutu normal. Variasi campuran yang digunakan terdiri atas beton normal, substitusi abu sekam padi 5%, 10%, dan 15% terhadap berat semen. Benda uji dibuat berbentuk silinder dan diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa substitusi 10% menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 28,10 MPa pada umur 28 hari, meningkat 11,51% dibandingkan beton normal sebesar 25,20 MPa. Substitusi 15% menurunkan kuat tekan menjadi 23,80 MPa karena jumlah semen efektif berkurang dan kebutuhan air meningkat. Hasil ini menunjukkan bahwa abu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan tambah pozzolan pada kadar optimum 10% untuk meningkatkan kuat tekan beton mutu normal.

Kata Kunci : beton, kuat tekan, abu sekam padi, pozzolan, teknik sipil.

1 Pendahuluan

Beton merupakan material konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan teknik sipil karena memiliki kemampuan menahan tekan yang baik, bahan penyusun mudah diperoleh, dan proses pengerjaan relatif sederhana. Beton digunakan pada berbagai elemen struktur seperti pondasi, kolom, balok, pelat, jalan beton, serta bangunan infrastruktur lainnya. Kebutuhan beton yang semakin tinggi menyebabkan konsumsi semen juga meningkat, sehingga diperlukan upaya untuk mengurangi penggunaan semen tanpa menurunkan mutu beton [1].

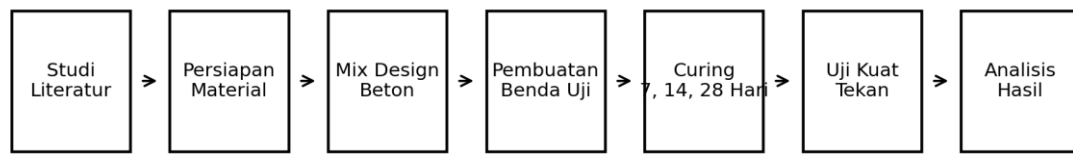
Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan bahan tambah pozzolan dari limbah pertanian. Abu sekam padi merupakan hasil pembakaran sekam padi yang memiliki kandungan silika cukup tinggi. Kandungan silika tersebut dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida hasil hidrasi semen dan membentuk senyawa tambahan yang dapat memperbaiki struktur mikro beton. Dengan demikian, penggunaan abu sekam padi berpotensi meningkatkan kuat tekan dan mengurangi porositas beton apabila digunakan pada kadar yang sesuai [2].

Selain memiliki nilai teknis, pemanfaatan abu sekam padi juga memiliki nilai lingkungan karena dapat mengurangi limbah pertanian dan mendukung konsep material konstruksi berkelanjutan. Namun, penggunaan bahan tambah ini harus dianalisis secara hati-hati karena kadar yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan kuat tekan akibat berkurangnya jumlah semen efektif, perubahan kebutuhan air, serta kemungkinan distribusi partikel yang tidak merata dalam campuran beton [3].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi substitusi abu sekam padi terhadap kuat tekan beton mutu normal. Kajian ini difokuskan pada perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan substitusi abu sekam padi sebesar 5%, 10%, dan 15%. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi kadar optimum penggunaan abu sekam padi sebagai bahan tambah pozzolan dalam campuran beton [4] [5].

2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan membuat benda uji beton mutu normal dan beton dengan variasi substitusi abu sekam padi. Tahapan penelitian meliputi persiapan material, pemeriksaan karakteristik agregat, perencanaan campuran beton, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian kuat tekan, dan analisis hasil. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian Beton dengan Substitusi Abu Sekam Padi

2.1 Material Penelitian

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas semen Portland, agregat halus, agregat kasar, air, dan abu sekam padi. Abu sekam padi terlebih dahulu disaring agar ukuran partikel lebih seragam sebelum digunakan sebagai substitusi sebagian semen. Agregat halus dan agregat kasar diperiksa secara visual dan digunakan dalam kondisi permukaan jenuh kering untuk menjaga konsistensi campuran.

Tabel 1. Variasi Campuran Beton

Kode	Komposisi Campuran	Substitusi Abu Sekam Padi	Umur Uji
BN	Beton normal	0%	7, 14, 28 hari
ASP-5	Beton dengan abu sekam padi	5%	7, 14, 28 hari
ASP-10	Beton dengan abu sekam padi	10%	7, 14, 28 hari
ASP-15	Beton dengan abu sekam padi	15%	7, 14, 28 hari

2.2 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton dilakukan untuk memperoleh beton mutu normal dengan kuat tekan rencana 25 MPa. Variasi abu sekam padi digunakan sebagai substitusi sebagian berat semen, sedangkan jumlah agregat dan air dijaga agar campuran dapat dibandingkan secara konsisten. Secara umum, rasio air semen dibuat tetap pada setiap variasi untuk mengamati pengaruh substitusi abu sekam padi terhadap kuat tekan beton.

Tabel 2. Komposisi Campuran Beton Per Meter Kubik

Kode	Semen (kg)	Abu Sekam Padi (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Air (liter)
BN	380	0	680	1050	190
ASP-5	361	19	680	1050	190
ASP-10	342	38	680	1050	190
ASP-15	323	57	680	1050	190

2.3 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Benda uji dirawat dengan metode curing basah untuk menjaga proses hidrasi semen. Nilai kuat tekan dihitung berdasarkan beban maksimum yang diterima benda uji dibagi luas penampang tekan. Persamaan kuat tekan beton ditunjukkan sebagai berikut:

$$f_c = P / A$$

(1)

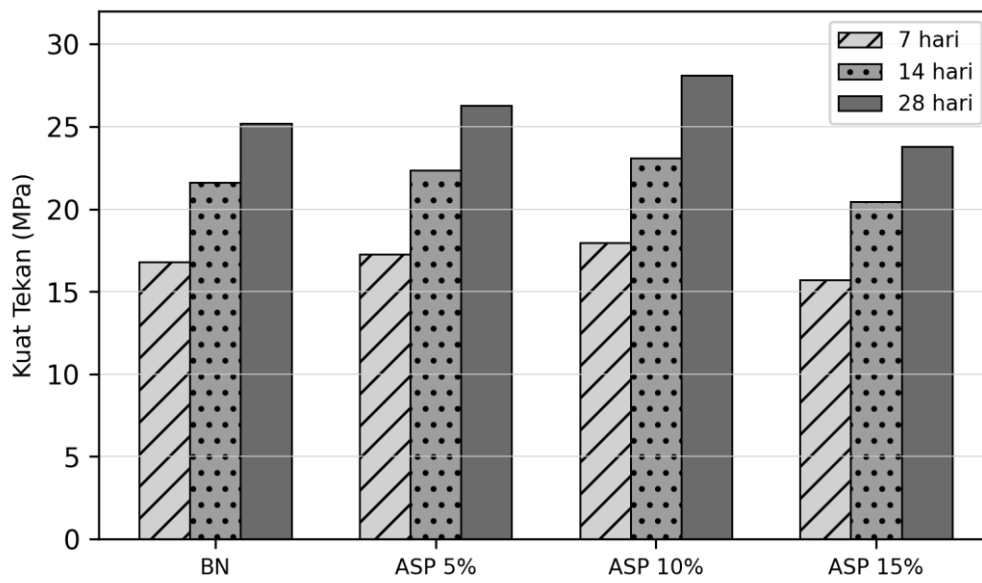
Keterangan: f_c adalah kuat tekan beton dalam MPa, P adalah beban maksimum dalam Newton, dan A adalah luas penampang benda uji dalam mm². Nilai kuat tekan rata-rata dihitung dari beberapa benda uji pada setiap variasi campuran.

3 Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan adanya perbedaan kinerja mekanik pada setiap variasi substitusi abu sekam padi. Nilai kuat tekan meningkat seiring bertambahnya umur beton karena proses hidrasi semen dan reaksi pozzolan berlangsung lebih lanjut. Data hasil pengujian kuat tekan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Kode	7 Hari (MPa)	14 Hari (MPa)	28 Hari (MPa)	Keterangan
BN	16,80	21,60	25,20	Beton normal
ASP-5	17,25	22,35	26,30	Meningkat ringan
ASP-10	17,95	23,10	28,10	Kuat tekan tertinggi
ASP-15	15,70	20,45	23,80	Menurun

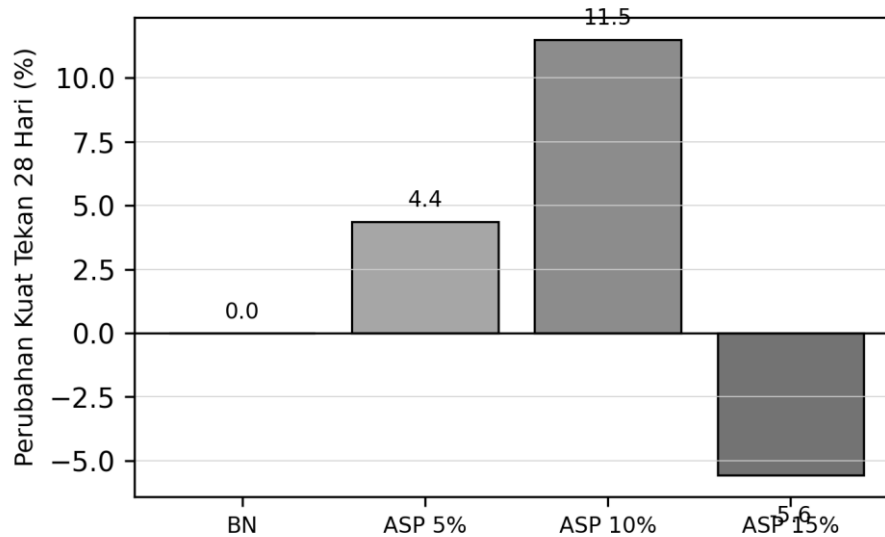


Gambar 2. Perbandingan Kuat Tekan Beton Pada Umur 7, 14, dan 28 Hari

3.1 Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan

Pada umur 28 hari, beton normal menghasilkan kuat tekan sebesar 25,20 MPa. Penambahan abu sekam padi sebesar 5% meningkatkan kuat tekan menjadi 26,30 MPa. Peningkatan ini menunjukkan bahwa partikel abu sekam padi mulai berperan dalam mengisi pori-pori beton dan mendukung reaksi pozzolan. Pada variasi 10%, kuat tekan meningkat menjadi 28,10 MPa dan menjadi nilai tertinggi dalam penelitian ini.

Peningkatan kuat tekan pada variasi 10% dapat dijelaskan melalui dua mekanisme utama. Pertama, ukuran partikel abu sekam padi yang halus dapat mengisi rongga antar partikel semen dan agregat sehingga struktur beton menjadi lebih padat. Kedua, kandungan silika pada abu sekam padi dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida dan membentuk produk hidrasi tambahan yang memperkuat pasta semen. Mekanisme ini menunjukkan bahwa abu sekam padi memiliki potensi sebagai bahan tambah pozzolan apabila digunakan pada kadar optimum.



Gambar 3. Persentase Perubahan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

3.2 Penurunan Kuat Tekan Pada Kadar Tinggi

Pada variasi 15%, kuat tekan beton menurun menjadi 23,80 MPa. Penurunan ini menunjukkan bahwa kadar abu sekam padi yang terlalu tinggi dapat mengurangi jumlah semen efektif dalam campuran. Selain itu, abu sekam padi memiliki karakteristik menyerap air sehingga pada kadar tinggi dapat menurunkan workability campuran dan meningkatkan porositas apabila tidak diimbangi dengan pengendalian kebutuhan air.

Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan tambah pozzolan perlu mempertimbangkan kadar optimum. Kadar yang terlalu rendah belum memberikan pengaruh signifikan, sedangkan kadar yang terlalu tinggi dapat mengganggu keseimbangan campuran beton. Dalam konteks teknik sipil, kadar optimum diperlukan agar peningkatan kinerja material tetap sejalan dengan efisiensi penggunaan semen dan kualitas struktur beton.

3.3 Implikasi Pada Material Konstruksi Berkelanjutan

Pemanfaatan abu sekam padi pada beton memiliki peluang diterapkan pada pekerjaan konstruksi non-prategang, elemen struktural ringan, dan komponen bangunan dengan mutu normal. Selain meningkatkan kuat tekan pada kadar tertentu, pemanfaatan limbah pertanian ini dapat mengurangi volume limbah dan menurunkan ketergantungan terhadap semen. Namun, penerapan di lapangan tetap memerlukan pengendalian mutu material, proses pembakaran abu, tingkat kehalusan, dan pencampuran yang seragam.

Dari hasil penelitian, substitusi 10% menjadi variasi yang paling baik karena mampu menghasilkan peningkatan kuat tekan 11,51% dibanding beton normal. Dengan demikian, abu sekam padi dapat dipertimbangkan sebagai bahan tambah alternatif dalam perancangan beton berkelanjutan, terutama pada daerah yang memiliki ketersediaan limbah sekam padi dalam jumlah besar.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa substitusi abu sekam padi berpengaruh terhadap kuat tekan beton mutu normal. Variasi 5% dan 10% menunjukkan peningkatan kuat tekan dibandingkan beton normal, sedangkan variasi 15% menyebabkan penurunan kuat tekan. Kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi ASP-10 sebesar 28,10 MPa pada umur 28 hari, meningkat 11,51% dibandingkan beton normal sebesar 25,20 MPa.

Kadar optimum penggunaan abu sekam padi dalam penelitian ini adalah 10% terhadap berat semen. Peningkatan kuat tekan diduga terjadi karena efek pengisian pori dan reaksi pozzolan dari kandungan silika abu sekam padi. Namun, penggunaan kadar yang lebih tinggi perlu dihindari apabila tidak disertai pengendalian workability dan kebutuhan air. Penelitian lanjutan disarankan untuk menguji kuat tarik belah, modulus elastisitas, durabilitas, serta variasi tingkat kehalusan abu sekam padi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Sipil dan pihak laboratorium yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan kajian ini. Bagian ini dapat disesuaikan dengan nama laboratorium, lokasi penelitian, serta pihak pendukung lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] M. Nurali and R. Rahmawati, ““ Perencanaan Struktur Bawah Dengan Fondasi Dangkal Pada Bangunan Taman Baca Di Universitas Mathla ’ ul Anwar Banten ”,” vol. 3, no. 1, 2023.
- [2] dan T. B. P. Kevin Devara, Sri Wahyuni, “PENERAPAN MANAJEMEN ASET UNTUK MENINGKATKAN KINERJA JARINGAN IRIGASI (STUDI KASUS: DAERAH IRIGASI KEDUNG PUTRI, KABUPATEN NGAWI, JAWA TIMUR),” pp. 27–35, 2554, [Online]. Available: <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- [3] T. Sipil, “Pengendalian Material Proyek Dengan Metode Material Requirement Planning Pada Pembangunan Star Square Manado,” *Tekno*, vol. 12, no. 61, 2015.
- [4] A. M. Yunita, N. N. Wardah, A. Sugiarto, E. Susanti, L. Sujai, and R. Rizky, “Water level measurements at the cikupa pandeglang bantendam using fuzzy sugenowith microcontroler-based ultrasonik sensor,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1477, no. 5, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1477/5/052048.
- [5] R. Rizky, Z. Hakim, and A. M. Yunita, “Development of the Multi-Channel Clustering Hierarchy Method for Increasing Performance in Wireless Sensor Network,” vol. 23, no. 3, pp. 601–612, 2024, doi: 10.30812/matrik.v23i3.3348.