

EVALUASI KUAT LENTUR BETON BERTULANG BAMBU

Dwi Kurniati¹, Imam Trianggoro Saputro²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Teknologi Yogyakarta

²Politeknik Saint Paul Sorong, Papua Barat

Email: Dwi.Kurniati@staff.uty.ac.id

Abstrak

Beton bertulang bambu merupakan alternatif konstruksi yang semakin diperkenalkan di dunia teknik sipil, terutama dalam rangka meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi biaya. Selama sepuluh tahun belakangan telah banyak penelitian yang menggabung berbagai formula guna mendapatkan standar yang pas dan bisa digunakan seluruh manusia di dunia. Penelitian ini mengkaji implikasi kuat lentur beton bertulang bambu, yang menggabungkan dua material berbeda, beton sebagai bahan struktur utama dan bambu sebagai material penguat. Dalam penelitian ini, fokus diberikan pada kekuatan lentur beton bertulang bambu, serta pengaruh bambu terhadap kinerja struktural komposit ini dalam berbagai kondisi beban. Pengujian material dilakukan terlebih dahulu, kemudian job mix design menggunakan metode Standar Nasional Indonesia tahun 2000. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton bertulang bambu memiliki potensi yang signifikan dalam meningkatkan daya dukung lentur, dengan keuntungan ekologis dan ekonomis, meskipun memerlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh bambu terhadap ketahanan jangka panjang dan keawetan material. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa beton normal memiliki kekuatan lentur maksimum rata-rata sebesar 3,89 MPa, beton bertulang bambu pada 28 hari memiliki kekuatan lentur maksimum 4,12 MPa.

Kata kunci : Bambu, Beton, Bertulang, Komposit, Kuat Lentur, Material.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan material bangunan yang ramah lingkungan, beton bertulang bambu (BBB) menjadi salah satu pilihan menarik dalam desain konstruksi berkelanjutan (Kurniati, 2019). Bambu, yang dikenal sebagai bahan alami dengan sifat mekanik yang sangat baik, dapat menggantikan baja sebagai material penguat dalam beton (Balagam, 2023). Kombinasi beton dan bambu dalam struktur bertulang menawarkan potensi untuk mengurangi ketergantungan pada material yang lebih mahal dan lebih merusak lingkungan, seperti baja. Beton (Hartono & Maret, 2019), sebagai bahan utama, memberikan kekuatan kompresi, sementara bambu menyediakan kekuatan tarik yang diperlukan dalam desain lentur.

Beton bertulang bambu diharapkan dapat menawarkan kombinasi antara kekuatan dan daya tahan (Mehra et al., 2016), serta dapat digunakan dalam berbagai jenis struktur, baik itu bangunan perumahan, jembatan, ataupun infrastruktur ringan lainnya. Namun, pemahaman mendalam mengenai implikasi kekuatan lentur beton bertulang bambu masih diperlukan untuk menjelaskan sejauh mana bambu dapat meningkatkan kinerja struktural beton.



Gambar 1. Bambu Petung

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kekuatan Lentur Beton Bertulang

Kekuatan lentur beton bertulang umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kekuatan beton itu sendiri, kualitas baja penguat, dan desain penulangan. Beton bertulang bambu (BBB) mengkombinasikan sifat-sifat kedua material tersebut: beton yang kuat terhadap kompresi dan bambu yang memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan baja dalam kondisi tertentu. Beberapa penelitian (Rahman & Lee, 2022) menunjukkan bahwa bambu dapat menggantikan baja sebagai tulangan dalam beton, karena bambu memiliki modulus elastisitas yang lebih rendah, namun daya serap

kelembapan dan kemampuan untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan dapat memberi kontribusi terhadap kekuatan lentur komposit ini.

2.2 Sifat Mekanik Bambu

Bambu, sebagai material alami, memiliki sejumlah kelebihan, antara lain ringan, kuat, dan mudah ditemukan di berbagai lokasi (Desai, 2023). Sebagai material struktur, bambu memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan modulus elastisitas yang rendah dibandingkan baja. Studi menunjukkan bahwa bambu memiliki kekuatan tarik sekitar 150-400 MPa, yang dapat mendekati kekuatan baja yang digunakan dalam beton bertulang konvensional. Namun, bambu rentan terhadap serangan mikroorganisme dan perubahan kelembapan, sehingga perlindungan terhadap bambu sangat diperlukan untuk meningkatkan ketahanan dan umur panjang beton bertulang bambu.

2.3 Penelitian Sebelumnya

Penelitian terkait penggunaan bambu dalam beton bertulang telah dilakukan. Sebuah studi (Sudiby et al., 2021) menunjukkan bahwa penggunaan bambu sebagai pengganti baja dalam beton dapat meningkatkan kekuatan lentur dan meminimalkan biaya material. Penelitian lainnya (R et al., 2021) membandingkan kinerja beton bertulang bambu dengan beton bertulang baja dalam kondisi beban lentur, dan menemukan bahwa meskipun beton bertulang bambu memiliki kekuatan yang lebih rendah, bambu dapat berfungsi dengan baik dalam kondisi yang tidak memerlukan beban yang terlalu besar (Bacosa Jr & Loretero, 2023).

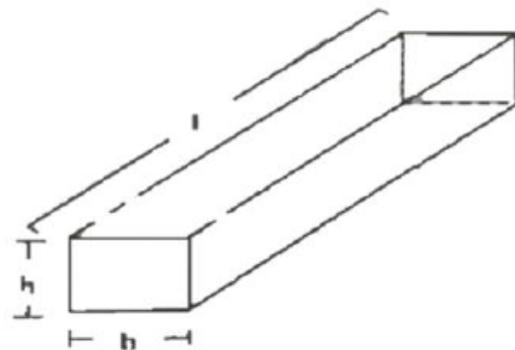
3. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan melalui pengujian laboratorium pada material yang akan digunakan, antara lain pada agregat halus dan agregat kasar. Pengujian tersebut dimaksudkan guna mendapatkan material yang sesuai standar untuk campuran betonnya. Sebelum melakukan pembuatan campuran beton, maka dilakukan mix design terlebih dahulu. Mix design sesuai dengan SNI 2834-2000 (SNI, 2000) mendapatkan ukuran material campuran betonnya.

Setelah melakukan mix design, upaya selanjutnya ialah membuat sampel uji beton dengan ukuran 15*15*60. Masing-masing sebanyak 3 sampel uji, dengan waktu pembeda yaitu 14 hari dan 28 hari. Terhadap beton bertulang bambu yang diproduksi dalam beberapa variasi komposisi, yakni dengan variasi

jumlah dan panjang bambu. Sampel beton bertulang bambu dibuat dengan menggunakan campuran beton dengan proporsi standar, kemudian bambu dipotong sesuai panjang yang diinginkan dan dimasukkan sebagai tulangan utama.

Pengujian dilakukan dengan memberikan beban lentur pada elemen struktur beton bertulang bambu hingga mencapai kegagalan. Parameter yang diukur antara lain adalah kapasitas lentur, dan umur beton setelah proses curing. Hasil pengujian dianalisis untuk menentukan hubungan antara kekuatan bambu, jumlah bambu yang digunakan, dan kinerja beton secara keseluruhan.



Gambar 2. Sketsa Balok 15*15*60



Gambar 3. Alat Uji Kuat Lentur

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

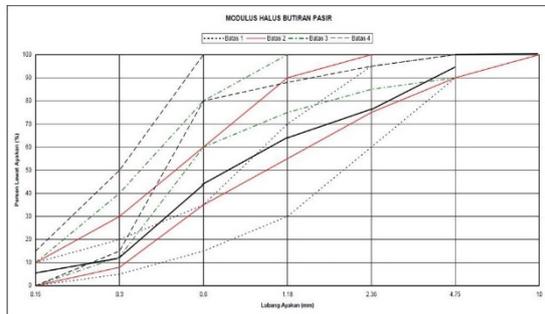
Pengujian yang dilakukan terbagi menjadi beberapa tahapan mulai dari pengujian material, job mix design, kemudian pengujian kuat lentur balok.

4.1. Pengujian Material

Pengujian material dilakukan di dalam Laboratorium, sehingga data yang dihasilkan telah sesuai dengan prosedur pengujian material.

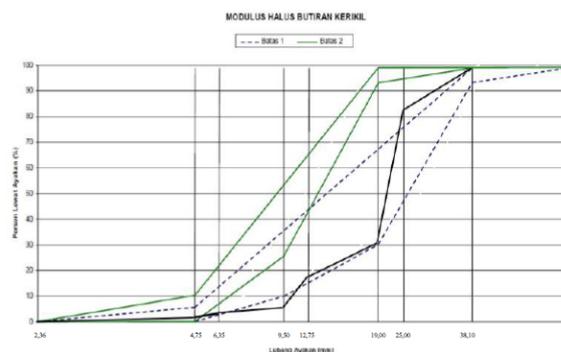
Didapatkan data data sebagai berikut:

- a. Semen tipe I.
- b. Pemeriksaan Modulus Halus Butiran, menggunakan Pasir Merapi, di dapatkan MHB Pasir sebesar 3,17 (Batas 2) yaitu Pasir Kasar.



Gambar 4. Grafik Modulus Halus Butiran Pasir

- c. Pemeriksaan SSD Pasir, masuk ke dalam kategori c (pasir SSD/Ideal).
- d. Pemeriksaan Berat Jenis Pasir, memiliki nilai rata-rata berat jenis kering tunggu sebesar 2,76 dengan persentase penyerapan sebesar 3%.
- e. Pemeriksaan kandungan lumpur di dalam pasir didapatkan hasil sebesar 4% (Memenuhi).
- f. Pemeriksaan zat organik di dalam pasir, mendapatkan pasir lebih muda.
- g. Pemeriksaan berat satuan pasir, didapatkan rata-rata 1827,3kg/m³.
- h. Pemeriksaan Modulus Halus Butiran Kerikil, asal kerikil Kali Progo, mendapatkan hasil sebesar 5,72 yang masuk kedalam batas 1.



Gambar 5. Grafik Modulus Halus Butiran Kerikil

- i. Pemeriksaan berat jenis kerikil, yaitu 2,58 (Kering Tungku).

4.2. Job Mix Design

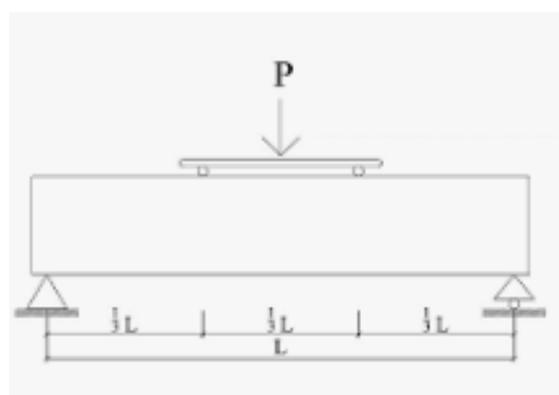
Hasil dari job mix design didapatkan sebagai berikut:

- a. Kuat Tekan rencana adalah 20 MPa.
- b. Nilai Standar Deviasi adalah 7.
- c. Nilai margin 12MPa.

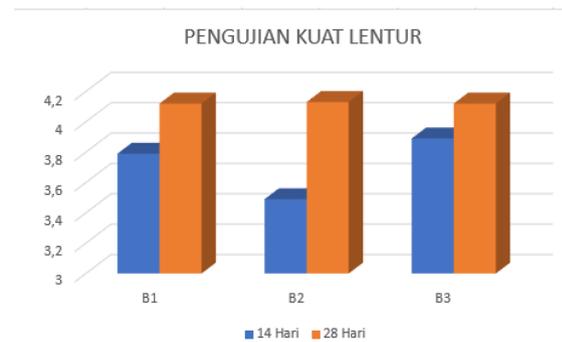
- d. Nilai kuat tekan beton rata-rata adalah 32 MPa.
- e. Semen tipe I.
- f. Agregat halus dari Merapi.
- g. Agregat kasar dari Progo dengan ukuran maksimal 20mm.
- h. Nilai FAS 1 adalah 0,49.
- i. Nilai FAS 2 adalah 0,46.
- j. Nilai FASMaks adalah 0,60.
- k. Nilai Slump rencana adalah 100mm.
- l. Wair 205kg.
- m. Wsemen 445,7kg.
- n. Proporsi berat agregat terhadap semen, batas atas 46%, batas bawah 37%.
- o. Nilai AH 41,5%
- p. Nilai AK 58,5%.
- q. Bj AH 2,86.
- r. Bj AK 2,58.
- s. Bj agregat campuran 2,70.
- t. Berat beton 2328kg/m³.
- u. Proporsi campuran WAH = 730,1kg/m³, WAK = 1029,2kg/m³.

4.3. Hasil Kuat Lentur

Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton bertulang bambu memiliki kekuatan lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton bertulang konvensional dengan baja sebagai tulangan. Pada spesimen yang menggunakan bambu sebagai tulangan, terjadi penurunan defleksi yang lebih lambat sebelum mencapai kegagalan, menunjukkan bahwa bambu memberikan daya dukung yang baik terhadap beban lentur.



Gambar 6. Ilustrasi pengujian Kuat lentur



Gambar 7. Pengujian Kuat Lentur

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian di atas, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat lentur pada beton bertulang baja memiliki nilai kuat lentur rata-rata 3,89MPa.
2. Kuat lentur pada beton bertulang bambu pada 28 hari lebih tinggi dengan rata-rata sekitar 4,12MPa

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bacosa Jr, C. A., & Loretero, M. E. (2023). *Flexural Strength of Reinforced - Bamboo Concrete Infill Structural Beam Subjected to Concentrated Load at Midspan. American Journal of Multidisciplinary Research and Innovation*, 2(2), 108–114. <https://doi.org/10.54536/ajmri.v2i2.1406>
- Balagam, V. (2023). *Review On Mechanical Properties Of Bamboo To Replace Reinforcement In*. March 2022.
- Desai, B. H. (2023). 14. *United Nations Environment Programme (UNEP). Yearbook of International Environmental Law*, 32(1), 293–298. <https://doi.org/10.1093/yiel/yvac039>
- Hartono, W., & Maret, U. S. (2019). *Mix Design Beton Metode SKSNI dan ACI dengan Bantuan Bahasa Pemrograman Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2004 MIX Design Beton Metode SKSNI dan ACI dengan Bantuan Bahasa*. January 2004, 8–19.
- Kurniati, D. (2019). *Penguatan Kapasitas Lentur Beton Dengan Pemanfaatan Limbah. Jurnal Media Teknik Sipil*, 16(2), 86–91. <https://doi.org/10.22219/jmts.v16i2.6522>
- Mehra, A. S., Ganguly, R., Gupta, A. K., Singh, L., & Shukla, A. (2016). *Performance and durability evaluation of bamboo reinforced cement concrete beams. International Journal of Engineering and Technology*, 8(2), 1138–1161.
- Nasional, B. S. (2000). *Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Sni*, 3, 2834.
- R, D. B., Kumar S, H. N., Bagur, A. G., Rajeev, A., & K, S. C. (2021). *Feasibility Study on Replacement of Steel Reinforcement With Bamboo Reinforcement in Multistory Building. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science. Research Journal of Modernization in Engineering*, 3758(06), 2582–5208.
- Rahman, N. A., & Lee, H. (2022). *Bamboo Reinforced Concrete Beam*. September. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-7924-7>
- SNI. (2000). *Menurut SNI 03-2834-2000. SNI Perencanaan Campuran Beton*, 2, 151–169.
- Sudibyo, G. H., Hu, H., & Haryanto, Y. (2021). *Flexural Load And Deflection Behavior Of Structural Bamboo Jurnal Teknologi Flexural Load And Deflection Behavior Of Structural Bamboo*. July. <https://doi.org/10.11113/jurnalteknologi.v83.16319>