

ANALISIS SIFAT MEKANIS BETON DENGAN BAHAN TAMBAH LIMBAH BANNER

Supri¹, Jasman², Imam Fadly³

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah parepare

²Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah parepare

Koresponden*, Email: jasmanyusuf70@gmail.com

Info Artikel	Abstract
Diajukan : Diperbaiki : Disetujui :	<i>Concrete is a widely used building material known for its high compressive strength but low tensile strength. To improve its mechanical properties, additional materials can be incorporated into the concrete mix. This study investigates the effect of adding banner waste fibers on the characteristics of concrete, particularly in terms of compressive strength, tensile strength, and flexural strength. An experimental method with a quantitative approach was employed in the laboratory. Primary data were obtained by incorporating banner waste pieces into the concrete mix with variations of 0.5%, 1%, and 1.5%, while secondary data were collected from relevant literature and concrete quality standards. The results indicated that the average compressive strength of normal concrete was 25.290 MPa, while the addition of 0.5% banner waste increased it to 29.060 MPa. However, at 1% and 1.5% variations, the compressive strength decreased to 23.40 MPa and 19.060 MPa, respectively. The tensile strength of normal concrete averaged 4.78 MPa, while 0.5% variation slightly increased it to 4.89 MPa. However, at 1% and 1.5% variations, the tensile strength decreased to 4.22 MPa and 3.778 MPa, respectively. The flexural strength of normal concrete was 2.84 MPa, with improvements at 0.5% (3.02 MPa), 1% (3.47 MPa), and 1.5% (3.73 MPa). These findings suggest that adding banner waste fibers affects the mechanical properties of concrete, enhancing compressive and tensile strength at lower concentrations but reducing them at higher concentrations, while consistently improving flexural strength.</i>

Keywords: waste banner, compressive strength, tensile strength, flexural strength, workability

Abstrak

Beton merupakan bahan bangunan yang memiliki kelebihan yakni kuat tekan yang tinggi namun memiliki kuat tarik yang rendah. Oleh karena itu, bahan tambah dapat digunakan untuk memperbaiki kelemahan dan meningkatkan kualitas dari beton. Maka dari itu peneliti menggunakan bahan tambah potongan banner dalam campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan serat limbah *banner* terhadap karakteristik beton, khususnya pada nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif di laboratorium. Data primer yang digunakan berupa potongan limbah *banner* yang ditambahkan pada campuran beton dengan variasi 0,5%, 1%, dan 1,5%. sementara data sekunder diperoleh dari literatur terkait dan standar mutu beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian kuat tekan beton normal rata-rata sebesar 25,290 MPa, beton variasi 0,5% rata-rata sebesar 29,060 MPa, beton variasi 1% rata-rata sebesar 23,40 MPa, beton variasi 1,5% rata-rata sebesar 19,060 MPa. Hasil pengujian kuat tarik belah beton normal rata-rata sebesar 4,78 MPa, beton variasi 0,5% rata-rata sebesar 4,89 MPa, beton variasi 1% rata-rata sebesar 4,22 MPa, beton variasi 1,5% rata-rata sebesar 3,778 MPa. Hasil pengujian kuat lentur beton normal rata-rata sebesar 2,84 MPa, beton variasi 0,5% rata-rata sebesar 3,02 MPa, beton variasi 1% rata-rata sebesar 3,47 MPa, beton variasi 1,5% rata-rata sebesar 3,73 MPa. Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa penggunaan potongan *banner* dapat mempengaruhi kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur pada beton.

Kata Kunci: limbah banner, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, workability

1. PENDAHULUAN

Pemakaian bahan beton untuk sistem konstruksi sudah banyak dan umum digunakan. Beton sederhana terbentuk dari campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar, udara, dan dapat pula diberi campuran tambahan lainnya. Campuran beton yang masih plastis kemudian dicor ke dalam cetakan dan dirawat untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran semen-air, yang menyebabkan pengerasan beton secara lebih sempurna [1]. Beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi dan mudah dibentuk melalui cetakan sesuai kebutuhan. Beton serat merupakan komposit yang terbuat dari beton biasa dengan tambahan serat, seperti serat asbestos, serat tumbuhan, serat plastik, atau potongan kawat baja [2].

Spanduk bekas berbahan flex banner yang berbahan dasar PVC banyak digunakan dalam dunia periklanan. Limbah banner ini berpotensi mencemari lingkungan karena sifatnya yang tidak mudah terurai [3]. Banner merupakan kain yang digunakan untuk menyampaikan propaganda, slogan, atau informasi kepada masyarakat. Namun, setelah masa izin pemasangan berakhir, banner tersebut akan dicopot dan menumpuk menjadi sampah [4]. Oleh karena itu, berbagai inovasi bahan campuran beton diuji untuk meningkatkan efisiensi dan pemanfaatan limbah yang belum optimal [5].

Penelitian sebelumnya mengenai penggunaan limbah banner dalam beton dilakukan oleh Dani Fikri Haekal pada tahun 2022, yang meneliti pengaruh serat potongan limbah banner terhadap kuat tarik belah dan kuat tekan beton. Variasi serat yang digunakan adalah 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% dari berat beton normal, dengan metode campuran mengacu pada SNI 03-2834-2000 dan kuat tekan rencana sebesar 20 MPa. Hasil pengujian setelah 28 hari menunjukkan bahwa penambahan serat limbah banner menyebabkan penurunan kuat tarik belah dan kuat tekan beton. Faktor penyebabnya meliputi ukuran serat yang kurang kecil, karakteristik permukaan serat yang licin sehingga mengurangi friksi dengan material beton lainnya, serta distribusi serat yang tidak merata yang menyebabkan balling effect pada variasi 0,75% [6].

Dalam penelitian ini, dilakukan eksperimen laboratorium untuk menguji pengaruh variasi limbah biji enau pada beton terhadap kuat tekan. Uji coba ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan Universitas Muhammadiyah Parepare. Hasil pengujian agregat menunjukkan bahwa material yang digunakan memenuhi standar SNI 03-2834-2000 [7].

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium (*Laboratory Research*), yang dilakukan di laboratorium dengan melakukan serangkaian uji coba untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan limbah biji enau pada beton terhadap kuat tekan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan Universitas Muhammadiyah Parepare. Waktu pelaksanaan penelitian sesuai dengan jadwal berikut:

Tabel 1. Jadwal pelaksanaan kegiatan

NO	Uraian Kegiatan	Alokasi waktu			
		Feb 2024	Mar 2024	Apr 2024	Mei 2024
1	Studi literature				
2	Persiapan laboratorium				
3	Pengujian bahan dasar				
4	Pembuatan benda uji				
5	Uji kuat tarik beton				
6	Uji kuat lentur beton				

2.1 Alat dan Bahan

Alat

1. Cetakan silinder beton (diameter 15 cm, tinggi 30 cm)
2. Timbangan digital
3. Mixer beton
4. Cetok dan sendok semen
5. Alat uji kuat tekan beton
6. Alat ukur (penggaris, jangka sorong, gelas ukur)

Bahan

1. Semen Portland tipe I
2. Agregat halus (pasir sungai)
3. Agregat kasar (kerikil)
4. Air bersih
5. Limbah biji enau
6. Superplasticizer (jika diperlukan)

2.2 Metode Pengujian

1. Persiapan Bahan

- a. Semua bahan ditimbang sesuai dengan proporsi campuran yang telah direncanakan.
- b. Limbah biji enau dikeringkan dan dihaluskan sebelum dicampurkan dengan beton.

2. Pembuatan Benda Uji

- a. Bahan-bahan dicampur dalam mixer hingga homogen.
- b. Campuran beton dituangkan ke dalam cetakan silinder dan dipadatkan.
- c. Beton dalam cetakan dibiarkan mengeras selama 24 jam sebelum dilepas dari cetakan.

3. Perawatan Beton (Curing)

- a. Benda uji direndam dalam air selama 28 hari untuk proses perawatan.

4. Pengujian Kuat Tekan

- a. Setelah 28 hari, benda uji diuji kuat tekannya menggunakan alat uji tekan beton.
- b. Data hasil pengujian dicatat untuk analisis lebih lanjut.

2.3 Analisis Data

Hasil pengujian kuat tekan beton dianalisis dengan metode statistik deskriptif dan dibandingkan dengan standar SNI untuk menilai pengaruh variasi penambahan limbah biji enau terhadap kekuatan beton.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian agregat kasar dan halus menunjukkan bahwa material yang digunakan memenuhi standar SNI 03-2834-2000, sehingga layak digunakan dalam campuran beton.

3.1 Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat dilakukan untuk memastikan material yang digunakan memenuhi standar SNI 03-2834-2000. Pengujian meliputi kadar lumpur, keausan, kadar organik, kadar air, berat jenis, absorpsi, dan modulus kehalusan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat

No	Karakteristik Agregat	Standar SNI	Agregat Kasar	Agregat Halus	Keterangan
1	Kadar Lumpur (%)	Maks 1% (kasar) / Maks 5% (halus)	0,70%	3,10%	Memenuhi
2	Keausan (%)	Maks 50%	25,5%	-	Memenuhi
3	Kadar Organik	< No. 3	-	No. 2	Memenuhi
4	Kadar Air (%)	0,5% - 2% (kasar) / 2% - 5% (halus)	0,55%	3,20%	Memenuhi
5	Berat Volume (kg/l)	1,6 - 1,9 (kasar) / 1,4 - 1,9 (halus)	1,64 (lepas), 1,72 (padat)	1,42 (lepas), 1,54 (padat)	Memenuhi
6	Absorpsi (%)	Maks 4% (kasar) / 0,2% - 2% (halus)	1,68%	1,42%	Memenuhi
7	Berat Jenis Nyata	1,6 - 3,3	2,60	2,57	Memenuhi
8	Modulus Kehalusan	6,0 - 8,0 (kasar) / 1,50 - 3,80 (halus)	6,68	3,17	Memenuhi

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat, baik agregat kasar maupun agregat halus telah memenuhi standar SNI yang berlaku. Kadar lumpur pada agregat kasar sebesar 0,70% dan agregat halus 3,10% masih dalam batas yang diizinkan, yaitu maksimum 1% untuk agregat kasar dan 5% untuk agregat halus. Keausan agregat kasar yang diuji menunjukkan nilai 25,5%, yang masih jauh di bawah batas maksimum 50%, sehingga agregat memiliki daya tahan yang baik terhadap gesekan dan abrasi. Selain itu, kadar organik pada agregat halus berada pada tingkat No. 2, yang menunjukkan bahwa agregat tersebut masih sesuai untuk digunakan dalam campuran beton tanpa risiko reaksi negatif dengan semen.

Selain itu, kadar air agregat kasar dan halus masing-masing sebesar 0,55% dan 3,20%, yang masih berada dalam rentang standar yang diperbolehkan. Berat volume agregat juga memenuhi syarat dengan kisaran 1,64 - 1,72 kg/l untuk agregat kasar dan 1,42 - 1,54 kg/l untuk agregat halus. Nilai absorpsi air menunjukkan bahwa agregat kasar memiliki daya serap 1,68% dan agregat halus 1,42%, yang masih dalam batas maksimum yang ditentukan. Berat jenis nyata dari agregat kasar dan halus juga berada dalam kisaran yang sesuai, yaitu 2,60 dan 2,57. Terakhir, modulus kehalusan agregat kasar sebesar 6,68 dan agregat halus 3,17 menunjukkan bahwa distribusi ukuran butir masih dalam kisaran yang diperbolehkan. Dengan demikian, agregat yang diuji layak digunakan dalam campuran beton karena telah memenuhi seluruh persyaratan teknis sesuai standar SNI.

3.2 Rancangan Campuran Beton

Campuran beton dirancang berdasarkan SNI 7656:2012 dengan target kuat tekan 25 MPa. Perhitungan mencakup kebutuhan bahan untuk 1 m³ beton dan untuk benda uji berbentuk silinder.

Tabel 3. Kebutuhan Material untuk 1 m³ Beton

Bahan	Kebutuhan (kg/m ³)
Semen	411,8
Air	203,0
Pasir	647,8
Kerikil	1088,3

Tabel 3 menunjukkan komposisi bahan yang digunakan dalam campuran beton per meter kubik (m³). Semen digunakan sebanyak 411,8 kg sebagai bahan pengikat utama yang berperan dalam proses hidrasi untuk membentuk kekuatan beton. Air yang diperlukan dalam campuran ini adalah 203,0 kg, yang berfungsi sebagai agen hidrasi semen serta membantu dalam proses pengerjaan beton. Pasir, dengan jumlah 647,8 kg, berperan sebagai agregat halus yang mengisi celah di antara partikel semen dan agregat kasar. Sementara itu, kerikil digunakan sebanyak 1088,3 kg sebagai agregat kasar yang memberikan kekuatan struktural pada beton. Kombinasi dari keempat bahan ini bertujuan untuk menghasilkan beton dengan kualitas yang optimal sesuai dengan kebutuhan konstruksi.

3.3 Kebutuhan Material untuk Benda Uji

Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm memiliki volume sekitar 0,09145 m³.

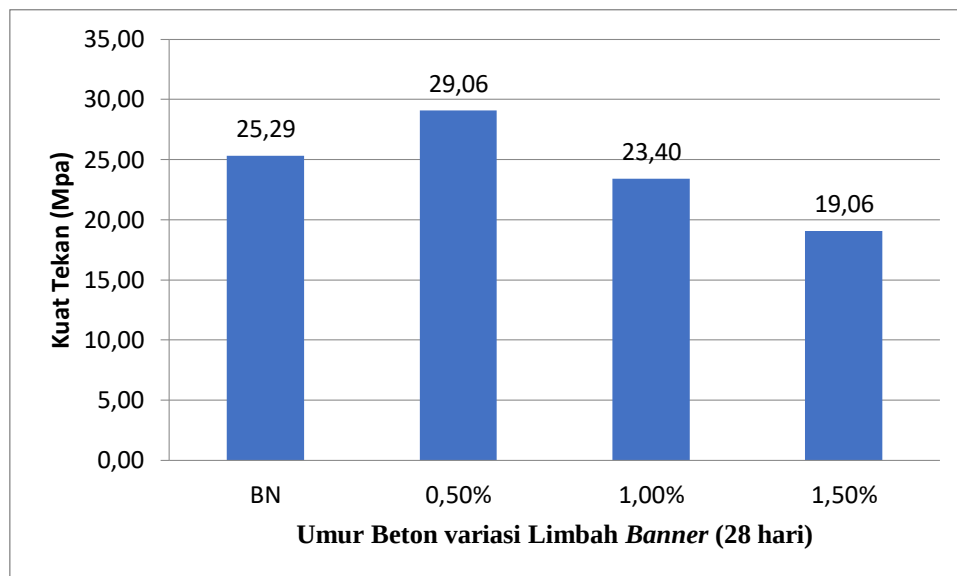
Tabel 4. Kebutuhan Material untuk 3 Silinder Beton

Variasi Campuran (%)	Semen (kg)	Kerikil (kg)	Pasir (kg)	Air (kg)	Potongan Banner (g)
Normal	7,15	18,84	12,54	3,71	0
0,5%	7,15	18,84	12,54	3,71	0,241
1%	7,15	18,84	12,54	3,71	0,483
1,5%	7,15	18,84	12,54	3,71	0,724

Data tersebut menunjukkan variasi campuran material dalam pembuatan beton dengan penambahan potongan banner sebagai bahan tambahan dalam persentase yang berbeda, yaitu 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5%. Pada setiap variasi campuran, jumlah semen, kerikil, pasir, dan air tetap konstan, masing-masing sebesar 7,15 kg, 18,84 kg, 12,54 kg, dan 3,71 kg. Sementara itu, jumlah potongan banner bervariasi sesuai dengan persentase yang ditambahkan, yaitu 0 gram pada campuran normal, 0,241 gram untuk campuran dengan 0,5% potongan banner, 0,483 gram untuk campuran dengan 1% potongan banner, dan 0,724 gram untuk campuran dengan 1,5% potongan banner. Penambahan potongan banner ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap karakteristik beton yang dihasilkan.

3.4 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan dilakukan pada beton dengan variasi campuran untuk mengetahui pengaruh penambahan potongan banner terhadap kekuatan beton.



Gambar 1. Grafik gabungan capaian kuat tekan beton berdasarkan variasi potongan *banner* pada umur 28 hari

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara variasi persentase limbah *banner* dalam campuran beton dan kuat tekan beton pada umur 28 hari. Sumbu horizontal merepresentasikan variasi persentase limbah *banner*, yaitu BN (beton normal/tanpa limbah), 0,50%, 1,00%, dan 1,50%, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan kuat tekan beton dalam satuan Megapascal (MPa). Dari hasil yang ditampilkan, beton normal memiliki kuat tekan sebesar 25,29 MPa. Penambahan limbah *banner* sebanyak 0,50% meningkatkan kuat tekan hingga 29,06 MPa, yang merupakan nilai tertinggi dalam variasi yang diuji. Namun, ketika persentase limbah *banner* bertambah menjadi 1,00%, kuat tekan beton turun menjadi 23,40 MPa, dan semakin menurun pada persentase 1,50% dengan nilai 19,06 MPa.

Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan limbah *banner* dalam jumlah kecil (0,50%) dapat meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan beton normal. Namun, jika kandungan limbah *banner* melebihi 0,50%, kuat tekan beton justru mengalami penurunan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh gangguan terhadap ikatan antar partikel dalam campuran beton akibat peningkatan jumlah limbah *banner*, yang dapat mengurangi kekuatan strukturalnya. Oleh karena itu, penggunaan limbah *banner* dalam beton harus mempertimbangkan persentase optimal agar tetap meningkatkan performa beton tanpa mengorbankan kekuatan tekan yang signifikan.

3.5 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton adalah salah satu parameter penting dalam menentukan ketahanan beton terhadap gaya tarik tidak langsung. Beton pada dasarnya memiliki kelemahan dalam menahan beban tarik dibandingkan dengan beban tekan. Oleh karena itu, pengujian kuat tarik belah dilakukan untuk mengetahui seberapa besar ketahanan beton terhadap gaya tarik yang terjadi akibat beban transversal. Pengujian ini dilakukan dengan metode silinder beton yang diberi beban tekan sejajar sumbu diameternya hingga terjadi retak belah pada sampel.

Tabel 5. Rekapitulasi Kuat Tarik Belah Beton

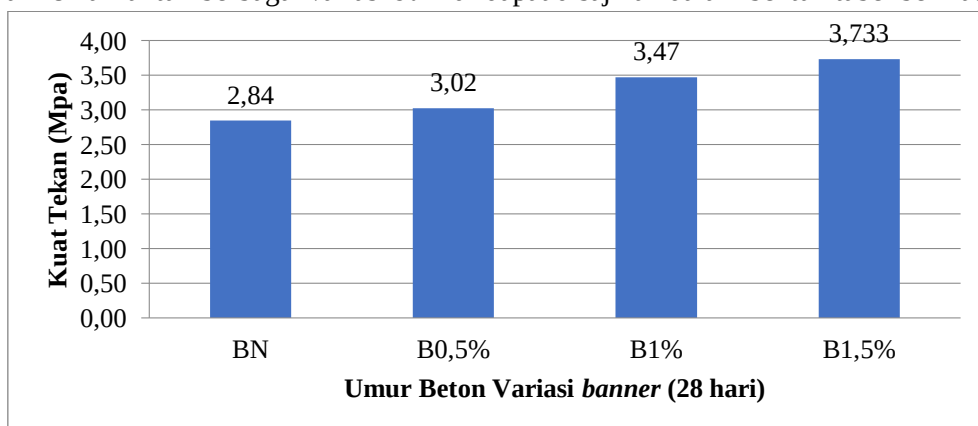
Variasi Beton Berat (kg) Beban (KN) L (mm) D (mm) Kuat Tarik Belah (MPa)					
Beton Normal	11,726	150,00	300	150	4,70
0,5% Banner	11,878	125,00	300	150	4,89
1% Banner	11,833	100,00	300	150	4,22
1,5% Banner	11,980	90,00	300	150	3,778

Berdasarkan Tabel Rekapitulasi Kuat Tarik Belah Beton, variasi campuran beton dengan penambahan limbah banner menunjukkan perubahan karakteristik mekanisnya. Beton normal memiliki berat 11,726 kg dengan beban maksimum 150 kN dan menghasilkan kuat tarik belah sebesar 4,70 MPa. Penambahan 0,5% limbah banner meningkatkan kuat tarik belah menjadi 4,89 MPa meskipun beban maksimumnya turun menjadi 125 kN. Namun, seiring dengan meningkatnya persentase limbah banner, terjadi penurunan kuat tarik belah. Pada campuran 1% banner, kuat tarik belah menurun menjadi 4,22 MPa dengan beban maksimum 100 kN. Tren ini semakin terlihat pada campuran 1,5% banner, di mana kuat tarik belah turun hingga 3,778 MPa dengan beban maksimum hanya 90 kN.

Dari data ini dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah banner dalam jumlah kecil (0,5%) dapat meningkatkan kuat tarik belah beton. Namun, jika persentasenya terlalu besar (1% atau lebih), terjadi penurunan kuat tarik belah akibat kemungkinan gangguan dalam ikatan matriks beton. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan limbah banner sebagai bahan tambahan perlu dikaji lebih lanjut untuk menemukan proporsi optimal yang tetap mempertahankan atau meningkatkan performa mekanis beton.

3.6 Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton adalah kemampuan beton untuk menahan tegangan tarik akibat pembebanan lentur. Kuat lentur ini biasanya diuji dengan metode *modulus of rupture* menggunakan balok beton yang diberikan beban hingga mengalami patah. Berdasarkan grafik yang ditampilkan, nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari untuk berbagai variasi *banner* dapat disajikan dalam bentuk tabel berikut:

**Gambar 2.** Grafik Kuat Tarik Lentur Beton

sumber: Hasil olah laboratorium 2024

Dari grafik 2, terlihat bahwa semakin besar variasi *banner* yang digunakan, semakin tinggi kuat tekan beton yang diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *banner* hingga 1,5% memberikan peningkatan kuat tekan beton dibandingkan beton normal (BN). Namun, jika yang diminta adalah kuat lentur beton, mohon konfirmasi apakah ada data kuat lentur yang perlu diolah atau apakah grafik ini hanya menampilkan kuat tekan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan potongan banner dalam campuran beton memberikan pengaruh terhadap sifat mekanis beton, terutama pada kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur. Pada umur 28 hari, beton dengan variasi 0,5% potongan banner menunjukkan peningkatan kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur dibandingkan beton normal. Namun, pada variasi 1% dan 1,5%, terjadi penurunan kuat tekan dan kuat tarik belah, sementara kuat lentur justru mengalami peningkatan pada semua variasi. Dengan demikian, penambahan potongan banner dalam jumlah terbatas (0,5%) dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan performa beton, khususnya dalam aspek kuat tekan dan kuat tarik belah, sedangkan untuk peningkatan kuat lentur, potongan banner tetap memberikan kontribusi positif pada setiap variasi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini, terutama kepada laboratorium pengujian material yang telah menyediakan fasilitas dan dukungan selama proses penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak akademik serta rekan-rekan yang telah memberikan masukan dan dukungan selama penyusunan penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan inovasi material konstruksi di masa depan.

Daftar Pustaka

- [1] M. D. Astawa, *Pemakaian Bahan Beton untuk Sistem-Sistem Konstruksi*, 2016.
- [2] Tjokrodinuljo, *Beton Serat sebagai Komposit Beton Biasa dan Serat*, 1996.
- [3] G. N. Alfiansyah, "Pemanfaatan Spanduk Bekas Flex Banner dalam Dunia Periklanan dan Dampak Lingkungan," 2023.
- [4] F. Faldo and M. Hudori, "Analisis Sampah Banner dalam Industri Periklanan," 2021.
- [5] J. D. Deus et al., "Inovasi Bahan Campuran Beton Berbasis Limbah," 2022.
- [6] D. F. Haekal, "Analisis Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah Serat Potongan Limbah Banner," 2022.
- [7] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 03-2834-2000: Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Normal*, 2000.