



Tersedia Secara Online di

<http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmateks/index>

JURMATEKS

<https://dx.doi.org/10.30737/jurmateks.v6i2.4989>

Kuat Lentur Beton Menggunakan Agregat Batu Petangis dan Pasir Semboja dengan Penambahan Botol Plastik

T. W. Widiyanto¹, A. M. Indriani^{2*}, G. Utomo³

^{1,2*,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Balikpapan,
Balikpapan, Indonesia

Email : ¹topikwahyu51@gmail.com, ^{2*}andi.marini@uniba-bpn.ac.id, ³gunaedy@uniba-bpn.ac.id.

ARTICLE INFO

Article history :

Artikel masuk : 26 – 08 – 2023

Artikel revisi : 09 – 09 – 2023

Artikel diterima : 24 – 12 – 2023

Keywords :

Concrete, Flexural Strength, PET,
Petangis, Semboja

Style IEEE dalam mensitasi artikel ini:

T. W. Widiyanto, A. M. Indriani,
and G. Utomo, "Kuat Lentur
Beton Menggunakan Agregat Batu
Petangis dan Pasir Semboja
dengan Penambahan Botol
Plastik," *Jurmateks*, vol.6, no.2,
pp. 112-122 2023, doi:
10.30737/jurmateks.v6i2.4989.

ABSTRACT

Utilizing local materials is a strategic step in optimizing concrete production in East Kalimantan. There's an example supply of petangis stone and semboja sand aggregates. Apart from that, using various wastes, including plastic waste, in concrete production is also a current issue. This study aims to investigate the potential substitution of fine aggregates with PET and combine them with local materials, to understand their impact on the bending strength of concrete. The study tested concrete bending strength using 15x15x60 cm blocks with PET plastic substitutions at 0.30%, 0.45%, and 0.60% of sand weight, comparing them with PET-free concrete. The research results show that adding 0.30 and 0.45% PET plastic bottles causes a decrease in the flexural strength of concrete. This is related to the influence of changes in the composition of the concrete mix, including factors such as uneven aggregate distribution and less-than-optimal material binding. Flexural strength increases at a percentage of 0.60% by 3.7% or 3.3 MPa and shows better results than normal concrete. So the PET percentage can be used as a recommendation in making concrete using local materials such as petangis stone aggregate and semboja sand.

1. Pendahuluan

Dalam era pembangunan saat ini, beton menjadi material yang banyak digunakan pada berbagai infrastruktur seperti jalan, gedung, jembatan, dan banyak lagi [1],[2]. Di Indonesia, lebih dari 60% infrastruktur menggunakan beton sebagai bahan konstruksi utama. Beton memiliki sifat yang dapat menahan tekanan tinggi, dan memiliki biaya perawatan yang terjangkau [2]. Melalui kelebihan tersebut menjadikan beton banyak diminati. Keunggulan beton terletak pada kemampuannya menahan panas lebih baik daripada baja. Beton tersusun dari agregat, air dan bahan pengikat [3], [4]. Faktor-faktor seperti kualitas material, ketersediaan bahan, dan biaya produksi menjadi aspek utama yang harus diperhitungkan dalam pemilihan

material. Ketiga hal tersebut secara linear akan mempengaruhi kekuatan, daya tahan, kelancaran dan efisiensi proyek konstruksi. Di Kalimantan Timur, terdapat yang cukup melimpah dari dua jenis agregat yang berbeda yaitu batu petangis dan pasir semboja cukup melimpah. Pemanfaatan kedua material ini menjadi langkah yang strategis dalam mengoptimalkan produksi beton di Kalimantan Timur.

Agregat batu petangis dan pasir semboja memiliki karakteristik yang mendekati agregat palu dari segi kekuatan. Ketiganya memiliki berat jenis lebih dari 2000 gr/m³ dan daya serap lebih dari 2%. Saat ini, industri konstruksi di Kalimantan Timur menggunakan material palu sebagai bahan utama dalam proyek pembangunan. Pemanfaatan material lokal tidak hanya dapat meningkatkan nilai ekonomis, tetapi juga membuka peluang untuk menggantikan material impor. Dalam konteks kebutuhan material dalam jumlah besar selama proses pembangunan, penggunaan material lokal yang melimpah seperti ini berpotensi mengurangi biaya dan ketergantungan pada bahan baku dari luar wilayah. Namun, penting untuk mempertimbangkan kualitas material tersebut karena akan mempengaruhi kualitas beton.

Perkembangan kajian terkait kualitas beton menjadi esensial dalam industri konstruksi saat ini. Beberapa peneliti mengkaji mengenai potensi material lokal dalam produksi beton, penggunaan material pasir palu dan pasir samboja memberikan nilai kuat tekan beton terbaik pada umur 28 hari mencapai 31,33 Mpa. Penggunaan material pasir palu dan kerikil petangis dalam campuran pembuatan beton menghasilkan kuat tekan sebesar 23,78 Mpa pada umur 28 hari. Tidak hanya berfokus pada material lokal, perkembangan kajian terkait kualitas beton juga berfokus pada penggunaan bahan daur ulang dan material alternatif yang ramah lingkungan [5], [6]. Penggunaan material lokal pasir Mahakam dengan penambahan abu sekam padi pada beton mampu meningkatkan kuat tekan hingga 2,2 % dengan nilai sebesar 19,44 Mpa [7].

Para peneliti juga mengamati pemanfaatan berbagai limbah dalam produksi beton. Salah satu isu besar global adalah limbah plastik yang di Indonesia pada tahun 2021 mencapai total konsumsi sebesar 5,63 juta ton/tahun [8]. Botol plastik dengan jenis PET (*polyethylene terephthalate*) merupakan salah satu jenis yang paling sering didaur ulang, dengan tingkat daur ulang mencapai sekitar 23% [9]. Tingkat daur ulang atau *recycling rate* botol PET sebesar 74% [10]. Menggunakan botol plastik daur ulang ke dalam material konstruksi seperti beton tidak hanya mengurangi beban sampah plastik yang sulit terurai, tetapi juga memberikan nilai tambah dengan memanfaatkan sumber daya yang sudah ada. Hal tersebut dikarenakan PET merupakan bahan daur ulang yang nilainya tinggi dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi [11], [12], [13].

Beberapa penelitian mengungkapkan penggunaan PET dalam beton dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan beton [14]. Menambahkan limbah plastik PET sebagai pengganti portland semen dapat meningkatkan kekuatan lentur dan ketahanan terhadap retak beton sebesar 9-10% [15]. Selain itu menggunakan limbah potongan plastik sebagai pengganti agregat kasar dapat menjadikan beton lebih ringan, jadi tidak banyak meningkatkan berat beton. Nilai kuat tarik belah dan kuat tekan maksimum dicapai dengan nilai 5,184 Mpa dan 15,14 Mpa [16]. Menambahkan plastik PET (*polyethylene terephthalate*) yang dipotong dengan ukuran 1-3 mm dengan Panjang 2,5 cm. Nilai kuat tekan dan kuat Tarik belah yang paling tinggi diperoleh dari penambahan serat PET sebanyak 0,5%. Pada hari ke 28, beton dengan tambahan PET 0,5% meningkatkan kuat tekan sebesar 11,666%, dan secara signifikan meningkatkan nilai kuat Tarik sebesar 25,507% daripada beton normal [17]. Sedangkan dari penelitian persentase penambahan plastik PET dan resin sebanyak 0,3% meningkatkan kuat lentur beton sebanyak 51,78% dibandingkan dengan beton yang tanpa menggunakan serat plastik PET [18]. Beberapa peneliti telah melakukan kajian dengan fokus pada optimalisasi teknik pencampuran plastik PET dalam beton, mempertimbangkan variasi ukuran serat, bentuk, serta aplikasi dalam struktur kompleks.

Namun, memvariasikan PET sebagai substitusi agregat halus yang dikombinasikan dengan material lokal agregat batu petangis dan pasir semboja belum dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur beton dengan substitusi PET sebagai agregat halus dan menggabungkannya dengan material lokal. Sehingga akan diperoleh variasi penambahan PET optimum berdasarkan nilai kuat lentur tertinggi yang diperoleh.

2. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan pembuatan sampel di Laboratorium Universitas Balikpapan. Agregat halus dan agregat kasar sepenuhnya menggunakan material lokal yaitu pasir semboja, batu petangis. Penggunaan PET sebagai bahan tambahan dengan variasi 0,30%, 0,45%, 0,60% dari berat pasir. Parameter kekuatan lentur beton akan diukur dan dianalisis untuk menentukan efek dari penggunaan kombinasi material ini.

2.1 Material Penelitian

1. Agregat

Agregat yang digunakan adalah agregat kasar petangis dari desa Petangis dan Agregat halus pasir Semboja dari desa Semboja Kalimantan Timur. Pengujian Analisa saringan dan kadar lumpur dilakukan untuk memastikan mutu material yang digunakan.

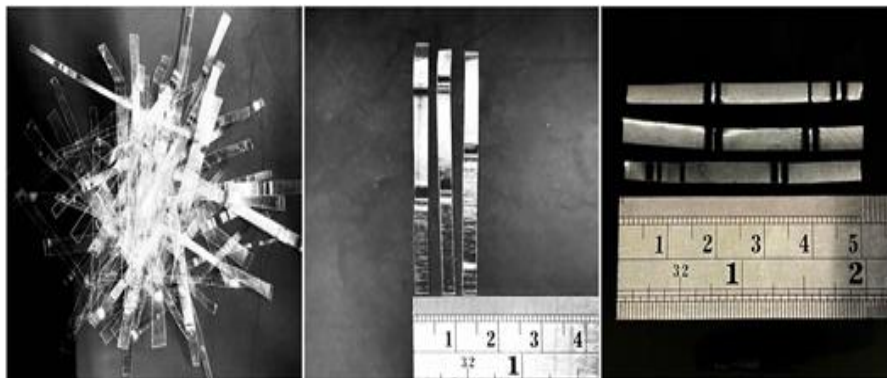


Sumber: Peneliti (2023).

Gambar 1. (a) Pasir Semboja; (b) Batu Petangis

2. Plastik

Plastik PET dikumpulkan dari limbah konsumsi masyarakat. Plastik digunakan sebagai campuran agregat halus dengan membuatnya dalam bentuk cacahan sepanjang 5 cm dan lebar 1-3 mm seperti ditampilkan pada **Gambar 2**.



Sumber: Peneliti (2023).

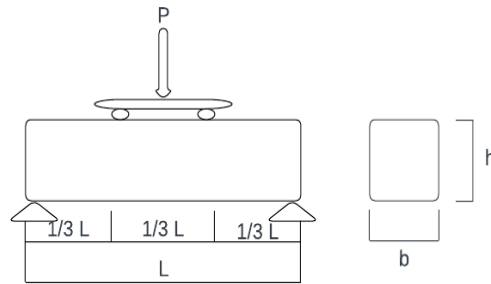
Gambar 2. Cacahan Plastik PET

2.2 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan berbentuk balok beton dengan dimensi ukuran 15x15x60 (cm) [18]. Masing-masing variasi berjumlah 3 sampel dengan umur beton 14 hari dan 28 hari. Sehingga terdapat 24 sampel uji. Perawatan benda uji beton dilakukan setelah benda uji dilepas dari cetakan ± 20 jam dan tidak boleh melebihi 48 jam [19].

2.3 Pengujian Kuat Lentur

Balok benda uji diletakan pada dua tumpuan dengan jarak antar tumpuan 15 cm. Diantara dua tumpuan tersebut diberi dua beban sehingga seolah-olah benda balok uji terbagi menjadi 3 bagian [20]. Hasil dari pengujian beban maksimum yang di dapat selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk perhitungan kuat lenturnya [21]. Pengujian kuat lentur berpedoman pada SNI 4431-201 dengan penampang balok benda uji dilihat pada **Gambar 3**.

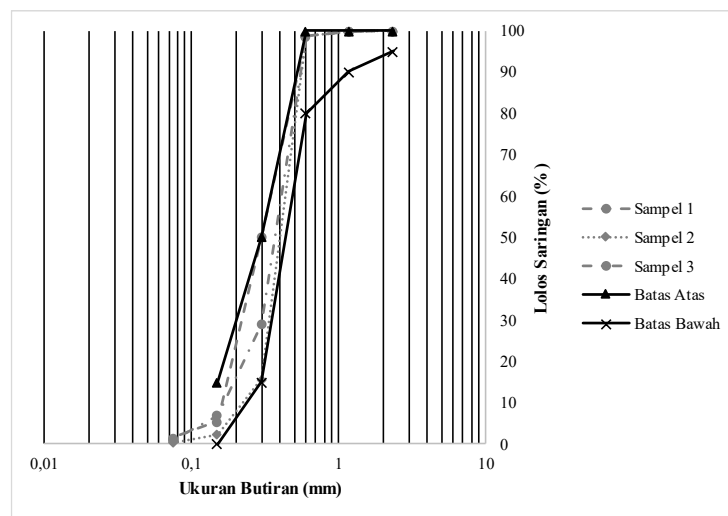


Sumber: Peneliti (2023).

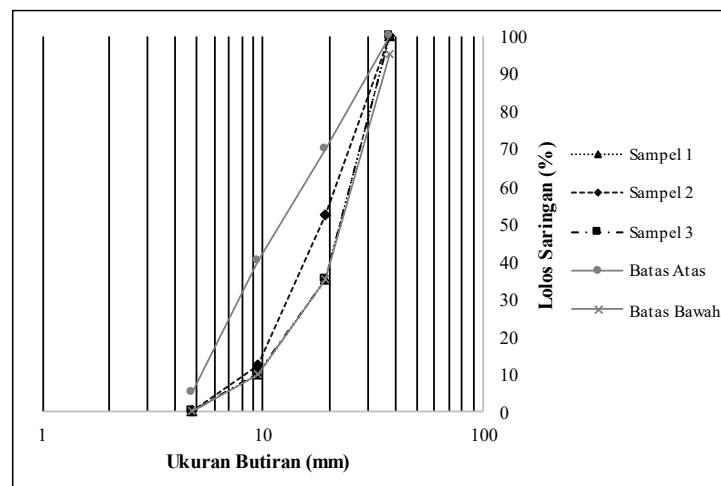
Gambar 3. Balok Uji Kuat Lentur

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Hasil Pengujian Agregat



(a)



(b)

Sumber: Hasil Penelitian, 2023

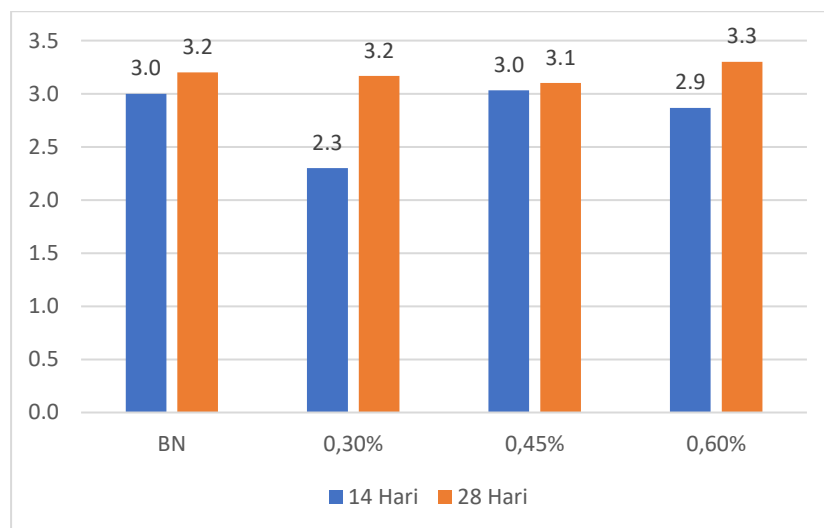
Gambar 4. Hasil Pengujian Analisa Saringan (a) Agregat Halus Pasir Semboja, (b) Agregat Kasar Batu Petangis

Dari hasil pengujian Analisa saringan didapat bahwa agregat halus pasir semboja telah memenuhi standar batas atas dan batas bawah di gradasi 4 yaitu pasir halus. Ini menunjukkan bahwa pasir Semboja bisa digunakan dalam campuran pembuatan beton. Dari **Gambar 4** didapat hasil bahwa agregat batu petangis telah memenuhi standar dan masuk dalam area gradasi 4. Berdasarkan Penelitian yang telah dilakukan terkait pengaruh gradasi agregat halus terhadap karakteristik beton segar, menunjukkan bahwa gradasi pada zona 4 berpengaruh terhadap nilai slump yang lebih rendah daripada pada zona gradasi lain [22].

Agregat halus pasir Semboja didapat nilai rata-rata kadar lumpur sebesar 3.30%, sedangkan agregat kasar sebesar 0.27%. Hasil ini telah memenuhi standar kadar lumpur yang ditetapkan. Kandungan lumpur yang rendah memiliki dampak positif terhadap kekuatan beton. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar lumpur, semakin menurun pula nilai kuat tekan beton [21], [23]. Agregat memiliki tingkat kebersihan yang tinggi, sehingga kekuatan yang dihasilkan nantinya juga akan tinggi [24].

3.2 Hasil Uji Kuat Lentur Beton

Dari pengujian yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut,

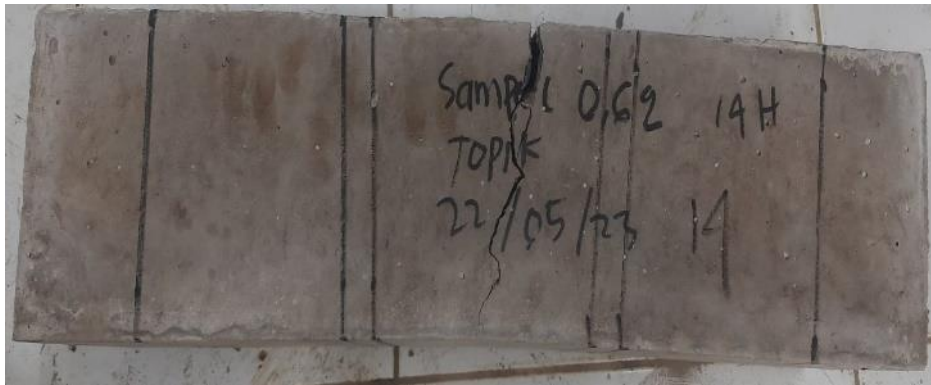


Sumber: Hasil Penelitian (2023).

Gambar 5. Grafik Perbandingan Beton Normal Dan Beton Variasi PET Umur 14 Hari

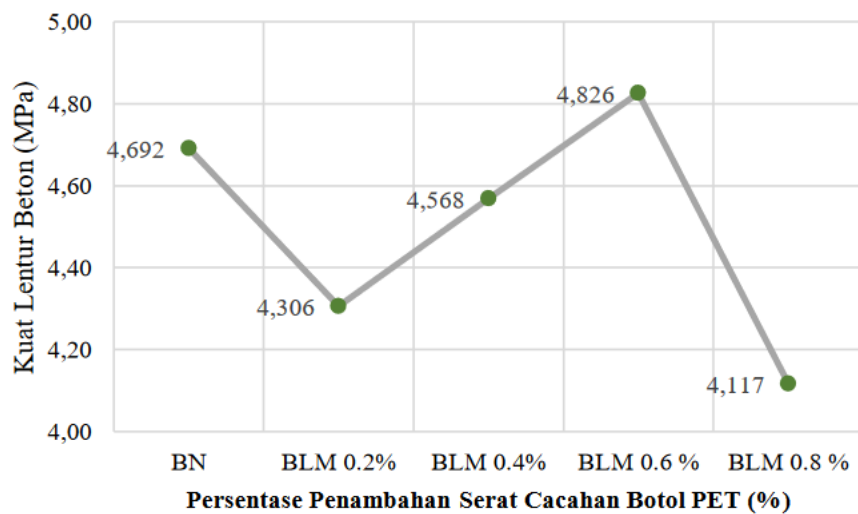
Berdasarkan **Gambar 5** terlihat bahwa, baik beton normal maupun beton dengan variasi PET mengalami peningkatan kekuatan dari umur 14 hari ke 28 hari. Namun, pada variasi PET 0,30% dan 0,45%, nilai kekuatannya masih dibawah beton normal. beton normal mencapai kekuatan tertinggi pada umur 28 hari sebesar 3,2 MPa sedangkan beton variasi PET 0,30% dan 0,45% masing-masing mencapai 3,2 MPa dan 3,1 MPa. Pada variasi PET 0,60% kekuatannya melebihi beton normal yaitu sebesar 3,3 MPa, menunjukkan bahwa pada prosentase tersebut

kualitas beton lebih unggul dari beton normal. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan presentasi substitusi PET dalam campuran beton membuat kekuatan lentur pada beton menurun, namun pada presentasi tertentu kuat lentur beton tersebut meningkat. Faktor-faktor seperti distribusi partikel, kemampuan ikatan antara PET dan matriks beton, serta distribusi beban pada struktur beton menjadi hal yang mempengaruhi. Selain itu, perubahan kekuatan juga dipengaruhi oleh perawatan, proses pengeringan, dan konsistensi campuran beton.



Sumber: Hasil Penelitian (2023).

Gambar 6. Pola Retak Uji Sampel Beton



Sumber: Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Botol Air Mineral Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Kuat Lentur Beton [25].

Gambar 7. Nilai Kuat Lentur Beton Variasi Panjang 2 cm

Dari **Gambar 6** Pola retakan pada beton cenderung terjadi secara perlahan. Keruntuhan benda uji mengikuti pola keruntuhan lentur. Retakan pada beton terjadi di tengah bentang dan bergerak searah tegak lurus terhadap sumbu balok. Ini mengindikasikan bahwa pola keretakan yang teramati merupakan jenis keruntuhan lentur. Hasil tersebut sejalan dengan temuan pada penelitian **Gambar 7**, yang menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase

penambahan cacahan PET panjang 2 cm, nilai kuat lentur pada beton juga menurun, namun pada persentase tertentu diperoleh nilai kuat lentur tertinggi, yaitu pada variasi 0,6%. Hal ini dikarenakan PET yang bersifat lekatan pada campuran beton mampu menahan retakan secara perlahan [25].

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan botol plastik PET sebesar 0,30 dan 0,45% menyebabkan penurunan nilai kuat lentur beton. Hal ini terkait dengan pengaruh perubahan komposisi campuran beton yang mencakup faktor-faktor seperti distribusi agregat yang tidak merata, pengikatan material yang kurang optimal. Kekuatan lentur meningkat pada prosentase 0,60% sebesar 3,7% atau 3,3 MPa dan menunjukkan hasil yang lebih baik dari beton normal. Sehingga prosentase PET tersebut dapat dijadikan rekomendasi dalam pemanfaatan pembuatan beton menggunakan material lokal agregat batu petangis dan pasir semboja.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Universitas Balikpapan, khususnya kepada Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian dan penyusunan laporan.

Daftar Pustaka

- [1] A. Marini Indriani, G. Utomo, and M. Rizqy, “Analisis Kinerja Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Metode Earned Value Analysis,” *J. GeoEkonomi*, vol. 13, no. 2, pp. 128–137, 2022, doi: 10.36277/geoekonomi.v13i2.219.
- [2] A. Arulrajah, S. Perera, Y. C. Wong, S. Horpibulsuk, and F. Maghool, “Stiffness and flexural strength evaluation of cement stabilized PET blends with demolition wastes,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 239, 2020, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.117819.
- [3] M. M. Astanto, S. W. . Supit, J. Rangkang, and Priyono, “Kuat Tekan dan Kuat Lentur Paving Block Berpori Menggunakan Limbah Botol Plastik Tipe Polyethylene Terephthalate,” (*SENTRINOV*, vol. 8, no. 1, pp. 1–23, 2022.
- [4] R. I. Umasabor and S. C. Daniel, “The effect of using polyethylene terephthalate as an additive on the flexural and compressive strength of concrete,” *Heliyon*, vol. 6, no. 8, p. e04700, 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04700.
- [5] A. A. Akinwande, A. A. Adediran, O. A. Balogun, B. J. Olorunfemi, and M. S. Kumar, “Optimization of Flexural Strength of Recycled Polyethylene-terephthalate (PET) Eco-Composite using Response Surface Methodology,” *E3S Web Conf.*, vol. 309, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202130901094.
- [6] Muhammad and R. Darmawan, “Pengaruh Penambahan Cacahan Plastik Pet (Polyethylene Terephthalate) Pada Beton Yang Menggunakan Agregat Kasar Dari Merapi Dan Clereng Terhadap Kuat Lentur, Kuat Tekan Dan Modulus Elastis (the Effect of Additional Crash of Pet Plastic (Polyethylene Tereph,” 2022.
- [7] D. K. Ciptasari, F. A. Noor, and B. Haryanto, “Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton dengan agregat kasar koral long iram dan agregat halus pasir mahakam,” *J. Teknol. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 50–56, 2017.
- [8] M. A. Wicaksono and Arijanto, “Pengolahan Sampah Plastik Jenis Pet(Polyethylene Perekphthalate) Menggunakan Metode Pirolisis Menjadi Bahan Bakar Alternatif,” *J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 9–15, 2017.
- [9] M. . Vladimir, S. U. Dewi, R. Susanti, and P. Widodo, “Pemanfaatan Sampah Plastik Pet dan Kertas Sebagai Substitusi Agregat pada Beton Ringan pada Kolom Praktis Bangunan,” *J. Sipil Dan Arsit.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–15, 2023.
- [10] D. Nawir, “Pengaruh Serpih Sampah Plastik (Pet) Pada Campuran Aspal Beton Dengan Pemanfaatan Buton Rock Asphalt Dan Liquid Asbuton,” *Borneo Eng. J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 73–84, 2022, doi: 10.35334/be.v1i1.2455.

- [11] R. Armidion and T. Rahayu, "Peningkatan nilai kuat tarik belah beton dengan campuran limbah botol plastik polyethylene terephthalate (pet)," *J. Konstr.*, vol. 10, no. 1, pp. 117–126, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konstruksia/article/view/3877>
- [12] D. R. Basri and A. Zaki, "Pengaruh Limbah Plastik Botol (Leleh) Sebagai Material Tambah Terhadap Kuat Lentur Beton," *J. Rab Constr. Res.*, vol. 4, no. 2, pp. 66–77, 2019.
- [13] T. Novia, "Pengolahan Limbah Sampah Plastik Polythylene Terephthlate (PET) Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis," *GRAVITASI J. Pendidik. Fis. dan Sains*, vol. 4, no. 01, pp. 33–41, 2021, doi: 10.33059/gravitasi.jpfs.v4i01.3481.
- [14] R. O. Afrifa, E. S. Nanor, and A. Aboah, "Performance of Concrete Using Shredded Waste Plastics as Replacement for Coarse Aggregate," *Open Access, Fully Ref. Int. J.* , pp. 2582–5208, 2023, [Online]. Available: <https://www.researchsquare.com/article/rs-2695917/latest>
- [15] M. I. Khan, H. Y. Huat, M. H. bin Muhamad Dun, M. H. Sutanto, E. N. Jarghouyeh, and S. E. Zoorob, "Effect of irradiated and non-irradiated waste PET based cementitious grouts on flexural strength of semi-flexible pavement," *Materials (Basel)*, vol. 12, no. 24, 2019, doi: 10.3390/MA12244133.
- [16] D. G. A. Nursyamsi, "Aregat Kasar Pada Beton Ringan Struktural," 1800.
- [17] E. Modesta and Z., "Pengaruh Penggunaan Botol Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) Sebagai Tambahan Serat Terhadap Kekuatan Beton," in *conference.ft.unand.ac.id*, 2019, pp. 267–274.
- [18] Ahmad, "Pengaruh Penambahan Serat Plastik PET Pada Beton Normal Terhadap Kuat Lentur," *Digit. Repos. Univ. Jember*, no. September 2019, pp. 2019–2022, 2017.
- [19] A. Suryani, S. H. Dewi, and H. Harmiyati, "Korelasi Kuat Lentur Beton Dengan Kuat Tekan Beton," *J. Saintis*, vol. 18, no. 2, pp. 43–54, 2018, doi: 10.25299/saintis.2018.vol18(2).3150.
- [20] H. Hamdi, D. Dafrimon, S. Harijadi, and R. Revias, "Pengaruh Penambahan Kawat Bendrat Galvanis Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Lentur Beton," *J. Deform.*, vol. 4, no. 1, p. 30, 2019, doi: 10.31851/deformasi.v4i1.2972.
- [21] E. Bachtiar *et al.*, "Examining polyethylene terephthalate (Pet) as artificial coarse aggregates in concrete," *Civ. Eng. J.*, vol. 6, no. 12, pp. 2416–2424, 2020, doi: 10.28991/cej-2020-03091626.

- [22] N. Pertiwi, “Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Beton Segar,” vol. 12, no. 2008, pp. 12–17, 2014.
- [23] Q. Tang, Z. Ma, H. Wu, and W. Wang, “The utilization of eco-friendly recycled powder from concrete and brick waste in new concrete: A critical review,” *Cem. Concr. Compos.*, vol. 114, no. July, p. 103807, 2020, doi: 10.1016/j.cemconcomp.2020.103807.
- [24] A. Sudjtmiko and M. B. Zhuhur, “Pengaruh Kadar Lumpur Agregat Halus 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, dan 15% Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah,” *Simp. Nas. RAPI XVIII-2019 FT UMS*, no. 1, pp. 307–308, 2019.
- [25] M. R. Widiarini, “Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Botol Air Mineral Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Dan Kuat Lentur Beton (The Effect Of Adding Mineral Water Plastic Waste On The Compressive Strength, Tensile Strength, And Flexural Strength Of Concrete),” *Fak. Tek. Sipil Dan Perenc. Univ. Islam Indones. 2023*, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2020.