

Kekuatan Awal, Workability dan Berat Volume Beton berbahan Agregat Plastik Polypropylene

Muhammad Sofyan¹; Dicki Dian Purnama²; Irma Wirantina Kustanrika³;
Rr Mekar Kinasti⁴; Sajiharjo Marto Suro⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Institut Teknologi PLN

¹ m.sofyan@itpln.ac.id

ABSTRACT

Plastic exploitation causes the accumulation of plastic waste to increase. The use of plastic waste in concrete can contribute to the reduction of plastic waste in the world. In research, polypropylene plastic is used as a partial substitute for fine aggregate. This study aims to analyze some of the physical and mechanical properties of concrete using plastic waste as a substitute for fine aggregate. Compressive strength, workability and volume weight are the main variables to be measured. The results of this study indicate that the use of polypropylene plastic as a substitute for fine aggregate 10%, 20%, 30%, and 40%, resulted in a slump test of 8.1 cm, 8.4 cm, 8.6 cm, and 8.8 cm. , is considered to still meet Indonesian National Standards. The results of the concrete volume weight are 2211.46 kg/m³, 2138.21 kg/m³, 2105.73 kg/m³, and 2021.65 kg/m³. Results for compressive strength at 7 days obtained 9.12 MPa, 8.704 MPa, 8.5 MPa, and 7.85 MPa.

Keywords: Compressive Strength, Workability, Volume Weight, Concrete

ABSTRAK

Eksplorasi plastik menyebabkan penumpukan limbah plastik semakin meningkat. Penggunaan limbah plastik pada beton dapat berkontribusi pada pengurangan limbah plastik di dunia. Dalam penelitian plastik polypropylene dimanfaatkan sebagai substitusi parsial agregat halus. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa beberapa property fisis dan mekanis beton yang menggunakan limbah plastik sebagai substitusi agregat halus. kuat tekan, workability dan berat volume menjadi variable utama yang akan diukur. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pemakaian Plastik polypropylene sebagai pengganti agregat halus 10%, 20%, 30%, dan 40%, menghasilkan slump test sebesar 8,1 cm, 8,4 cm, 8,6 cm, dan 8,8 cm, dianggap masih memenuhi standar nasional indonesia. Hasil dari berat volume beton didapatkan sebesar 2211.46 kg/m³, 2138.21 kg/m³, 2105.73 kg/m³, dan 2021.65 kg/m³. Hasil Untuk kuat tekan pada 7 Hari didapatkan sebesar 9.12 MPa, 8.704 MPa, 8.5 MPa, dan 7.85 MPa.

Kata kunci: Kuat tekan, workability, berat volume, beton

1. PENDAHULUAN

Perkembangan sains dan teknologi *di bidang* konstruksi mendorong untuk para *stakeholder* untuk memperhatikan standar mutu serta produktivitas kerja dalam mewujudkan pembangunan konstruksi yang berkualitas. Saat ini perkembangan teknologi terus mengalami percepatan [1]. Inovasi teknologi beton hadir untuk menjawab tantangan kebutuhan akan beton yang memiliki kualitas terutama pada kekuatan dan daya tahan tanpa mengabaikan aspek ekonomis [2]. Beton berbahan limbah merupakan salah satu opsi untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu terutama dalam menghemat agregat alami [3]. Selain itu beton berbasis limbah dapat mendukung konsep *green material* yang lebih ramah lingkungan. [4]

Limbah Plastik yang menumpuk menjadi isu global yang menjadi sorotan belakangan ini. Peningkatan jumlah penduduk dunia yang signifikan turut berkontribusi terhadap penumpukan limbah plastik. Penumpukan limbah plastik yang merupakan salah satu bahan polimer menimbulkan banyak masalah baru yang terkait dengan keseimbangan ekosistem lingkungan. Sifat dari plastik yang sulit terurai memberikan dampak yang buruk terhadap lingkungan sekitar. Dalam bidang material konstruksi beberapa peneliti telah mencoba mengkaji penggunaan limbah plastik dalam campuran beton. Faraj et al, 2021 [5] menginvestigasi beton dengan menggunakan butiran plastic PP daur ulang dengan persentase 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dari volume agregat halus, dengan fly ash 20%, dan silica fume 10%. Dari hasil investigasi diperoleh karakteristik beton yang lebih ringan ketika menggunakan butiran plastik PP namun mendegradasi property mekanis. Supratikno, et al, 2019 [6] mempelajari limbah Plastik sebagai Pengganti Agregat pada Campuran Beton dimana variasi campuran yang digunakan sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada usia 14 hari dan 28 hari. Kuat Tekan beton maksimal yang diperoleh adalah sebesar 12,24 MPa mengalami penurunan kuat tekan beton 63,81% pada variasi 100%. Kusuma, G. A. et al, 2019 [7] menginvestigasi Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis PP (polypropylene) sebagai Substitusi Agregat pada Bata Beton (*Paving Block*) dengan persentase campuran 0,3%, 0,4%, 0,5%, dan 0,6% dari volume pasir. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil kuat tekan optimal pada persentase 0,4% yaitu sebesar 11,91 MPa.

Ridwan et al, 2014 [8] meneliti proporsi cacahan gelas plastik polypropylene yang dihitung terhadap berat semen, hasil menunjukkan peningkatan pada kuat tarik belah beton dengan persentase kenaikan 21,789%, 15,811%, 11,856%, dan 10,329%. Namun mengalami penurunan sebesar 4,928%, 14,765%, 16,214%, dan 22,826 % pada kuat tekan benda uji. Jala'i, N. A. et al, 2013 [9] melakukan studi Kuat Beton Beragregat Pellet plastik polypropylene, pada penelitian tersebut dihasilkan kuat tekan beton rencana 20 MPa, dengan variasi benda uji mulai dari 60%, 80%, dan 100% terhadap volume agregat kasar. Hasil Uji kuat tekan yang dihasilkan berturut-turut sebesar 9,6 MPa, 8,9 MPa, dan 7,2 MPa. Sedangkan Modulus elastisitas beton sebesar 15464 MPa, 13255 MPa, dan 10120 MPa.

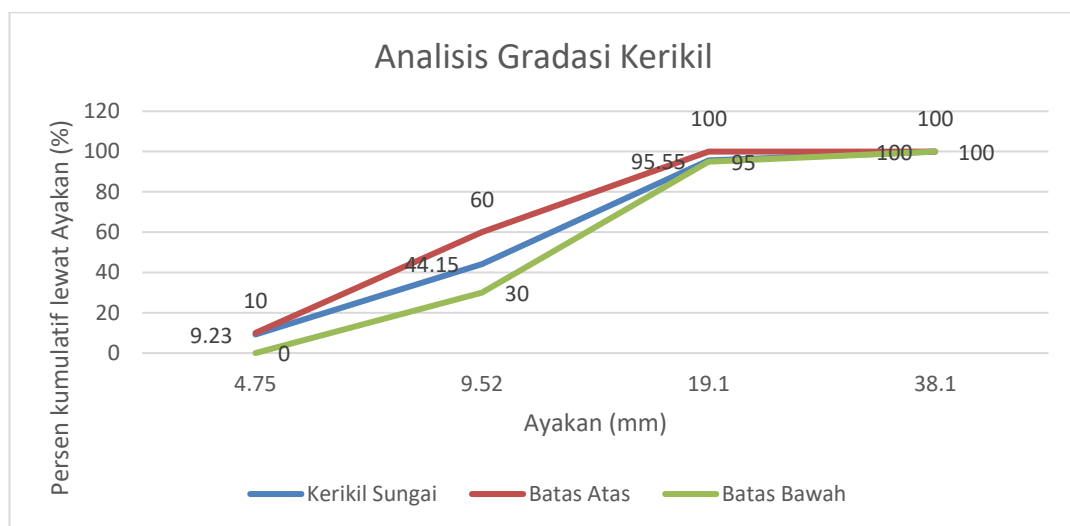
Hasil penelitian sebelumnya bahwa beton dengan menggunakan agregat plastik menunjukkan karakteristik fisis dan mekanis yang beragam. Workability, berat volume dan kekuatan awal beton dengan menggunakan plastik PP sebagai bahan substitusi agregat akan menjadi variabel variabel yang akan diteliti. Workability dipandang sebagai parameter yang menunjang kualitas beton [10]. Sedangkan kekuatan awal beton yang baik dianggap sebagai kriteria yang cukup andal pada beton precast, sehingga asesmen terhadap kekuatan awal beton menjadi urgen [11].

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian dan *Mix Design* Material

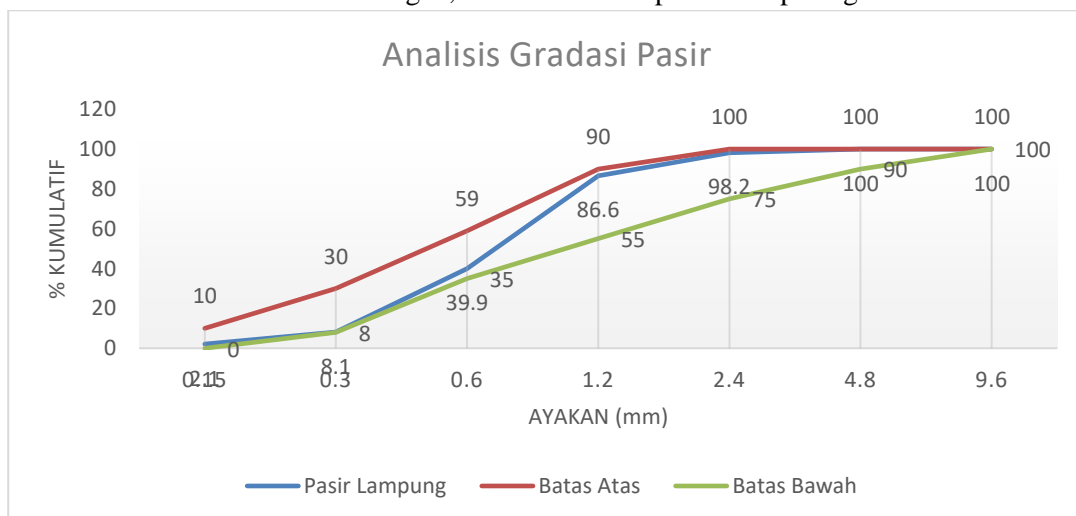
Lokasi Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Beton Institut Teknologi PLN Jakarta. Sampel penelitian berupa benda uji silinder dengan ukuran 10×20 cm, yang terdiri dari 5 Variasi Benda Uji seperti pada tabel 1. Persentase biji Plastik PP dihitung dari volume Agregat halus, masing masing benda uji akan diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari. Butiran Plastik dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan substitusi agregat halus. Plastik yang digunakan merupakan plastik jenis polypropylene (PP) dalam bentuk pellet/biji. Polypropylene (PP) adalah sebuah material termoplastik yang sering digunakan industri plastik.

Berdasarkan data hasil pengujian material yang telah digunakan dalam pembuatan beton, maka selanjutnya dilakukan perhitungan *mix design* beton normal untuk $f'c = 20$ MPa yang mengacu pada SNI 7656 – 2012 [12]. Agregat kasar memiliki ketentuan batasan-batasan gradasi yang sebagaimana disebutkan pada SNI 7656 – 2012 [13]. Berat satuan butiran plastik PP berdasarkan pengujian sebesar 547,93 kg/m³. Gradasi kerikil dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Gradasi Kerikil

Berdasarkan hasil analisis saringan, Gradasi Pasir dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Gradasi Pasir

Data material berikut dibutuhkan dalam Menyusun Mix design.

a. Agregat kasar

- Modulus kehalusan kerikil [13] = 6,01
- Berat jenis kerikil *Saturated Surface Dry (SSD)* = 2,23
- Berat jenis kering = 2,2
- Penyerapan = 5,26%
- Berat kering (berat satuan) = 1405,825 kg/m³
- Ukuran agregat (max) = 25 mm
- Kelembaban (kandungan air) = 2,8 %

b. Agregat Halus

- Modulus kehalusan pasir = 2,651
- Kategori jenis pasir = Zona 2
- Berat jenis pasir *Saturated Surface Dry (SSD)* = 2,32
- Berat Jenis kering = 2,29
- Penyerapan = 1,6%
- Berat kering (berat satuan) = 1640,78 kg/m³
- Kelembaban (kandungan air) = 4,6%

Data Lain :

- Kuat tekan rencana 28 hari [14] = 20 MPa
- Slump Rencana = 7,5 – 10 cm
- Berat jenis semen = 3,01 gr/ml

Tabel 1. Komposisi Material

No	Sampel	Komposisi Material				
		Air (kg)	Semen (kg)	kerikil (kg)	Pasir (kg)	Plastik Polypropylene (kg)
1	BPPN (Beton Normal)	11,611	21,501	69,918	51,565	-
2	BPP1 (Polypropylene 10%)	11,611	21,501	69,918	46,408	2,997
3	BPP2 (Polypropylene 20%)	11,611	21,501	69,918	41,252	5,994
4	BPP3 (Polypropylene 30%)	11,611	21,501	69,918	36,095	8,991
5	BPP4 (Polypropylene 40%)	11,611	21,501	69,918	30,939	11,988
Jumlah		58,055	107,505	349,59	206,259	29,97

2.2. Uji tekan dan Slump (*workability*)

2.2.1. Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji tekan [16].

Secara matematis kuat tekan beton dinyatakan sebagai berikut:

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana :

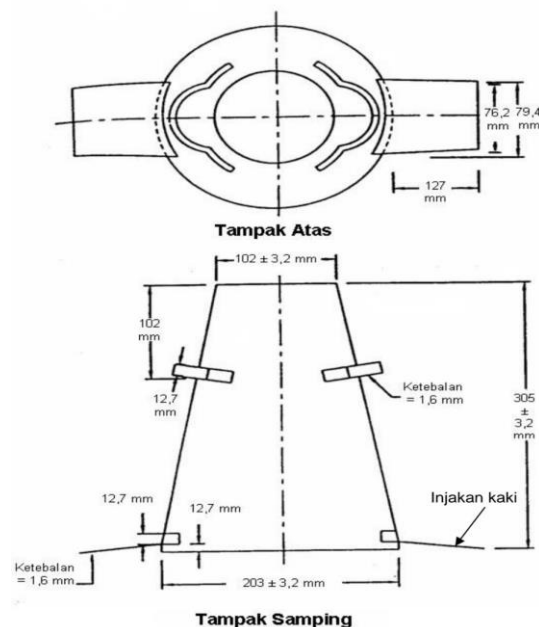
f_c' = kuat tekan (N/mm²)

P = gaya maksimum dari mesin tekan (N)

A = Luas penampang yang diberi tekanan (mm²)

2.2.2. Keleccakan (*Slump test*)

Keleccakan (*slump test*) adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui penurunan ketinggian pada beton yang diukur setelah cetakan diangkat [17]. Alat uji slump dapat dilihat pada gambar 3.

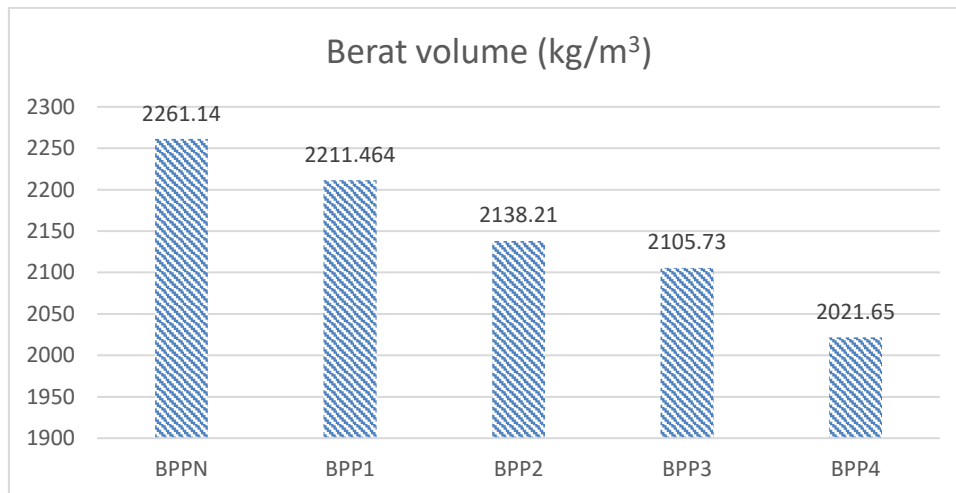


Gambar 3. Cetakan Uji Slump (Kerucut Abram) [17]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Berat volume dan *Workability*

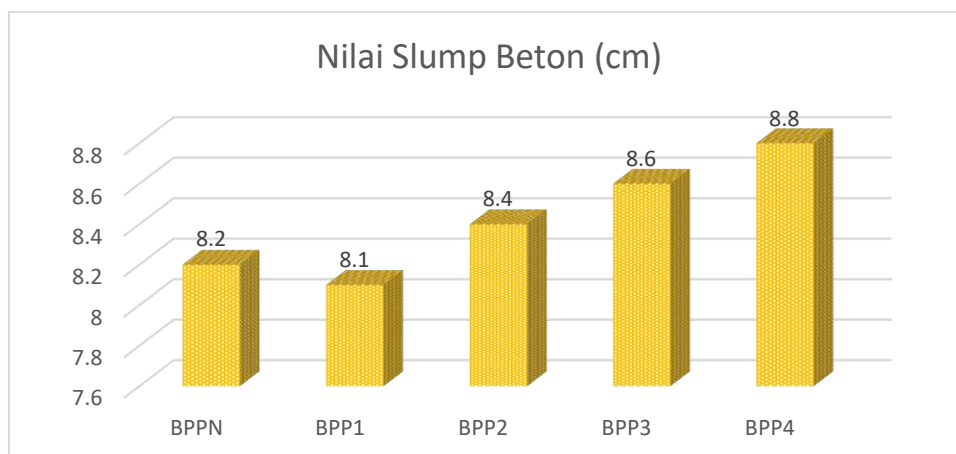
Berat Volume merupakan salah satu karakteristik fisis pada beton. Berat Volume kering dinyatakan dalam satuan kg/m³. Berat Volume dapat berpengaruh terhadap beban mati pada struktur. Berat volume kering dapat diukur dengan menimbang berat kering beton kemudian dibagi dengan volume benda uji. Berat Volume Kering yang diukur pada benda uji disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Berat Volume Kering Benda Uji

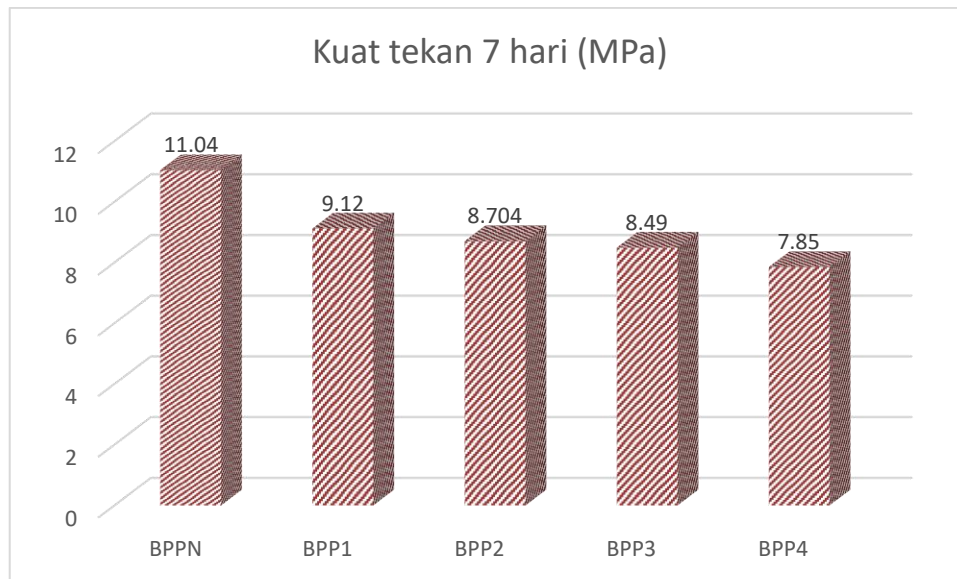
Pada gambar 4 Terlihat bahwa tren penambahan persentase butiran plastik PP dapat menurunkan berat volume kering dari beton. Berat volume kering tertinggi terdapat pada benda uji BPPN sebesar 2261,14 kg/m³ dan terendah sebesar 2021,65 kg/m³ terdapat pada benda uji BPP4. Persentase Butiran Plastik pada Benda Uji BPP4 adalah 40%. Penggunaan Butiran Plastik PP 10% pada Benda Uji BPP1 menurunkan Berat volume kering BPPN sebesar 2,2%. Sedangkan penggunaan 40% butiran plastik pada BPP4 dapat menurunkan berat volume kering hingga 10,59%.

Workability Beton menunjukkan menunjukkan sifat konsistensi beton. *Workability* diukur dengan melakukan tes slump. Hasil tes Slump benda uji dapat dilihat pada gambar 5. Dari hasil tes slump tidak ada yang berada di bawah dan di atas ambang batas yang telah ditetapkan yaitu antara 7,5 cm s/d 10 cm.



Gambar 5. Nilai Slump beton benda uji

Nilai slump tertinggi terdapat pada benda uji BPP 4 sebesar 8,8 cm dan terendah pada BPP1. Kecenderungan nilai slump bertambah besar diikuti dengan kenaikan jumlah persentasi butiran plastik PP. Penggunaan 40% Butiran plastik pada BPP4 dapat meningkatkan angka slump tes hingga 7.3 % dari BPPN (Beton Normal).



Gambar 6. Nilai Kuat Tekan beton Umur 7 hari

Properti mekanis seperti kuat tekan merupakan salah satu ukuran kualitas utama dari beton. Kekuatan tekan beton yang tinggi dapat meminimalkan dimensi elemen struktur. Hasil uji tekan umur 7 hari benda uji disajikan pada gambar 6. Uji tekan 7 hari merupakan asesmen awal terhadap kekuatan beton, yaitu Ketika akan dilakukan pembongkaran bekisting maupun perancah. Dari gambar 6 terlihat bahwa substitusi 40% butiran plastik pada BPP4 dapat mendegradasi kekuatan tekan hingga 28.89 % dari beton normal. Kekuatan tekan tertinggi terdapat pada BPPN (Beton normal) sebesar 11.04 MPa dan kekuatan tekan terendah terdapat pada BPP4 yaitu sebesar 7,85 MPa.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data hasil dan pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan. Persentase Butiran Plastik pada Benda Uji BPP4 adalah 40%. Penggunaan Butiran Plastik PP 10% pada Benda Uji BPP1 menurunkan berat volume kering BPPN sebesar 2,2%. Sedangkan penggunaan 40% butiran plastik pada BPP4 dapat menurunkan berat volume kering hingga 10,59%. Kecenderungan nilai slump bertambah besar diikuti dengan kenaikan jumlah persentasi butiran plastik PP. Penggunaan 40% Butiran plastik pada BPP4 dapat meningkatkan angka slump tes hingga 7.3 % dari BPPN (Beton Normal). substitusi 40% butiran plastik pada BPP4 dapat mendegradasi kekuatan tekan hingga 28.89 % dari beton normal. Kekuatan tekan tertinggi terdapat pada BPPN (Beton normal) sebesar 11.04 MPa dan kekuatan tekan terendah terdapat pada BPP4 yaitu sebesar 7,85 MPa. Untuk penelitian berikutnya perlu kekuatan mekanis perlu diperbaiki dengan menggunakan Fas yang lebih rendah atau dengan menggunakan modifikasi material penyusun.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Institut Teknologi PLN yang telah mendanai secara penuh penelitian ini agar dapat berkontribusi pada perkembangan teknologi beton yang lebih memperhatikan aspek stabilitas lingkungan. Selain itu, ucapan terima kasih juga kami haturkan kepada Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, LPPM IT PLN serta pihak-pihak yang turut berpartisipasi dalam kegiatan riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Sofyan, A.O Irlan, Budi W, “Effect of Combination of Steel Fibre and Silica Fume on the Mechanical Strength of Concrete,” 2020, doi: 10.1088/1757-899X/771/1/012048.
- [2] O. Yendri, H. Early, and S. Cement, “KOMPARASI KUAT TEKAN BENTON NORMAL,” pp. 240–249, 2017.
- [3] D. A. Hamid, S. As, and E. Safitri, “TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON BERKINERJA TINGGI GRADE 80 Agregat Alami dan Agregat Daur Ulang,” vol. 2, no. 2, pp. 43–49, 2014.
- [4] M. Makmur, E. Ngii, A. S. Sukri, A. Haryadi, C. Adam, and F. Kudus, “Beton ramah lingkungan dengan kekuatan awal yang tinggi 1 4,” vol. 7, pp. 183–190, 2019.
- [5] Faraj, R. H., Sherwani, A. F. H., Jafer, L. H., & Ibrahim, D. F.. Rheological behavior and fresh properties of self-compacting high strength concrete containing recycled PP particles with fly ash and silica fume blended. 2020 . Journal of Building Engineering, 34, 1-28.
- [6] Supratikno, & Ratnanik.. Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Adukan Beton. Jurnal Teknik Sipil ITP, 6(1), 1–9. (2019) <https://doi.org/10.21063/jts.2019.v601.04>
- [7] Kusuma, G. A. Et al. Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis PP (PoLy Propylene sebagai Substitusi Agregat pada Bata Beton (Paving Block). 2019.
- [8] Ridwan, F., Subari, S., & Yulius, E.. Pengaruh Penggunaan Cacahan GeJas Plastik Polypropylene (Pp) Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton. 2014. Bentang, 2(1), 262524.
- [9] Jalali, N. A.. Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton. 2013. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 3, 18–23.
- [10] I. A. Ahmad, N. Pertiwi, N. Anny, and S. Taufieq, “Sifat Workability Beton Ramah Lingkungan,” pp. 1–4, 2017.
- [11] H. Early, S. Self, and C. Concrete, “PENELITIAN MENGENAI PENINGKATAN KEKUATAN AWAL,” vol. 8, no. 2, pp. 87–92, 2007.
- [12] Badan Standarisasi Nasional. (2012). SNI 7656-2012 Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal. BSN, Jakarta. 1-48.
- [13] ASTM-C33, 2003, Standard Specification for Concrete Aggregates, Annual Books of ASTM standards, USA.
- [14] Badan Standarisasi Nasional. (2012). SNI 7656-2012 Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal. BSN, Jakarta. 1-48.
- [15] Badan Standarisasi Nasional. (2015). SNI 2049-2015. semen portland. Badan Standar Nasional Indonesia, Jakarta.1–147.
- [16] Badan Standarisasi Nasional (2011). SNI 1974-2011. Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Badan Standardisasi Nasional Indonesia, Jakarta. 1-20.
- [17] Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1972-2008. Cara Uji Slump Beton. Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 1–5.