

KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN CAMPURAN LIMBAH JERIGEN PLASTIK HDPE

Nur Aisyah Jalali¹⁾, Agus Salim¹⁾, Fajar Perdamaian²⁾, Jerdi Borotoding²⁾
¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar
²⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This study is intended to determine the volume weight, compressive strength, and tensile strength of concrete, as well as the concrete classification based on specific gravity and compressive strength. Utilization of waste is expected to reduce waste and can be alternative materials in the construction. The test objects are concrete cylinder 20 cm high with a diameter of 10 cm. They are mixed with pellet content of 0%, 20%, 40%, and 60% of the volume of crushed stone. All tests refer to the Indonesian National Standard. The test results show that the greater the pellet content, the lower the volume weight, compressive strength, and tensile strength of the concrete, except for the compressive strength of BP.60. Based on the volume weight, all variations of the test object are included in structural concrete category. All variations of the test object are included in structural lightweight concrete category.

Keywords: *Plastic Waste, HDPE, Plastic Pellets, Compressive Strength, Tensile Strength*

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari kita tidak lepas dari masalah sampah atau limbah, dimana ketersediannya dari hari ke hari makin bertambah. Sampah terdiri dari sampah organik yang dapat terurai dalam waktu singkat, dan sampah an organik yang membutuhkan waktu lama untuk terurai, misalnya tekstil, kertas, logam, gelas/beling, plastik, dan sebagainya.

Meningkatnya jumlah penduduk dan terjadinya perubahan pola konsumsi serta gaya hidup membuat jumlah timbulan sampah semakin meningkat. Kementerian Lingkungan Hidup bahkan memprediksi produksi sampah Indonesia meningkat sebanyak lima kali lipat pada tahun 2020. Data tersebut juga menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan timbulan sampah harian yang cukup tinggi di beberapa kota besar di Indonesia [1].

Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Indonesia menghasilkan 64 juta ton sampah setiap tahun. Dari jumlah tersebut, sekitar 60% ditimbun di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), 10% didaur ulang, dan 30% sisanya tidak terkelola hingga mencemari lingkungan [2].

Salah satu sampah anorganik yang memiliki nilai ekonomi untuk didaur ulang adalah plastik. Dalam hal konsumsi plastik, Indonesia termasuk terendah dibandingkan negara-negara lain di dunia (23 kg per kapita), tetapi karena tidak ditangani dengan baik sehingga menjadi tak bernilai. Jika dipilah, sampah dapat meningkatkan perekonomian masyarakat karena memiliki nilai jual yakni sebagai bahan baku industri daur ulang. Kita tidak bertindak bijaksana dalam hal mengelola sampah plastik meskipun bahan baku tersebut melimpah di negara kita [3].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berat volume, kuat tekan, dan kuat tarik-belah beton akibat penggunaan *pellet* plastik, serta untuk mengetahui klasifikasi beton dalam berbagai variasi campuran *pellet* plastik berdasarkan berat jenis dan kuat tekannya.

Urgensi dari penelitian ini yakni merupakan salah satu cara mengurangi sampah plastik dengan cara memanfaatkannya dalam bidang konstruksi, misalnya pada pembuatan beton. Hal ini dapat menjadi alternatif bahan konstruksi sekaligus dapat mengurangi sampah plastik yang ada, sehingga turut serta berkontribusi dalam pelestarian lingkungan.

Telah dilakukan beberapa penelitian tentang pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan pencampur beton, diantaranya referensi [4] yang menggunakan agregat kasar *pellet* plastik dari jenis *polypropylene* (PP) dengan variasi pasir dan abu batu. Kuat tekan rencana 10 MPa, variasi abu batu 25%, 50%, 50%, 75%, dan 100% dari kebutuhan agregat halus, dengan objek penelitian silinder untuk kuat tekan dan balok untuk kuat lentur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya kadar abu batu meningkatkan kuat tekan, sedangkan untuk kuat lentur terjadi peningkatan pada kadar 0-50% tetapi menurun pada kadar 75-100%. Berdasarkan referensi [5], beton dengan kadar abu batu 0-75% dikategorikan sebagai struktural sangat ringan karena kuat

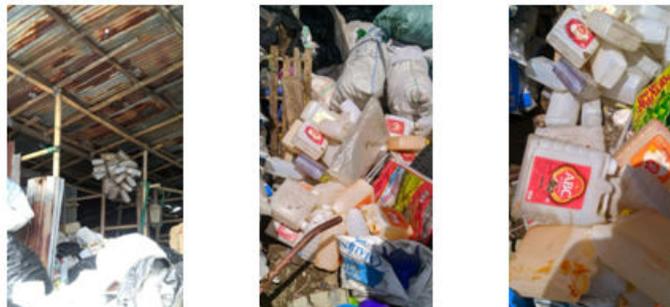
¹ Korespondensi penulis: Nur Aisyah Jalali, Telp 085656978401, nuraisyahjalali@gmail.com

tekannya kurang dari 6,89 MPa, sedangkan kadar 100% tergolong struktural ringan karena memiliki kekuatan tekan 6,89-17,24 MPa.

Referensi [6] membahas penelitian tentang penggunaan limbah kantong plastik berwarna sebagai penambahan agregat halus dan penggantian agregat kasar pada pembuatan beton sebagai solusi rumah murah. Komposisi adukan 1:2:3, variasi campuran plastik untuk penambahan agregat halus kelipatan 0,5% mulai 0% hingga 5%, dan 7,5%, serta penggantian agregat kasar plastik bentukan kelipatan 2,5% yang dimulai 5% hingga 30%, dan 35%. Dari hasil pengujian diketahui bahwa penambahan plastik agregat halus 1,5-3,5% meningkatkan kekuatan tarik $\pm 25\%$ dibandingkan yang tanpa tambahan, tetapi mengurangi kekuatan tekan sebesar 20%. Dari hasil pengujian penggantian agregat kasar diperoleh kekuatan optimum pada kadar plastik 10-15%, dan hal ini menyerap limbah plastik pada setiap m³ beton sebesar 20-35% sehingga dapat dikatakan mampu mereduksi limbah kantong plastik.

Penelitian yang dilakukan pada referensi [7] yang menggunakan limbah plastik dari botol air kemasan sekali pakai yang dilelehkan dan akhirnya dibentuk menyerupai agregat kasar. Variasi agregat kasar plastik tersebut kelipatan 25% dari 0% hingga 100% terhadap volume agregat kasar. Faktor air semen 0,6, pengujian beton pada umur 14 dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar penambahan olahan limbah plastik pada campuran beton, maka semakin kecil berat jenis betonnya. Nilai kuat tekan beton optimum pada umur 28 hari sebesar 12,24 MPa (pada beton normal) dan mengalami penurunan terus-menerus hingga mencapai 4,43 MPa (pada kadar 100%) atau menurun sebesar 68%. Porsi variasi campuran yang paling baik terdapat pada agregat olahan limbah plastik 25% dengan kuat tekan sebesar 10,14 MPa atau terjadi penurunan sebesar 17,16% dari kuat tekan tanpa campuran plastik.

Hasil-hasil penelitian tersebut di atas menunjukkan bahwa limbah plastik berbagai jenis dapat diproses menjadi *pellet* yang dapat digunakan sebagai agregat kasar dalam campuran beton. Penelitian kami memanfaatkan limbah plastik HDPE khususnya jerigen plastik bekas. Plastik jenis HDPE ditandai dengan kode angka 2, biasa digunakan untuk kemasan botol susu cair, botol obat, botol kosmetik, jerigen pelumas, dan lain-lain. Karena dianjurkan hanya untuk sekali pakai, maka perlu ada upaya untuk mengurangnya dengan cara daur ulang. Gambar 1 menunjukkan limbah jerigen plastik di pengepul.



Gambar 1. Limbah jerigen plastik di pengepul

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Portland (PCC) produksi PT.Semen Tonasa, agregat halus berupa pasir bersumber dari Sungai Lasape Kabupaten Pinrang, dan agregat kasar berupa batu pecah dari Bili-bili Kabupaten Gowa, air dari PDAM, dan limbah jerigen plastik HDPE yang diproses menjadi *pellet* plastik (Gambar 2).

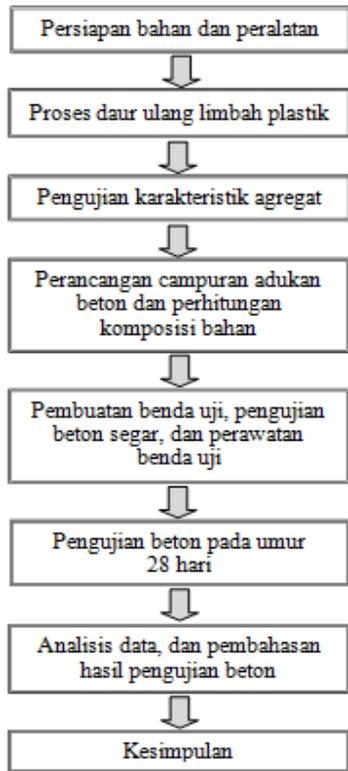


Gambar 2. *Pellet* hasil daur ulang jerigen plastik HDPE

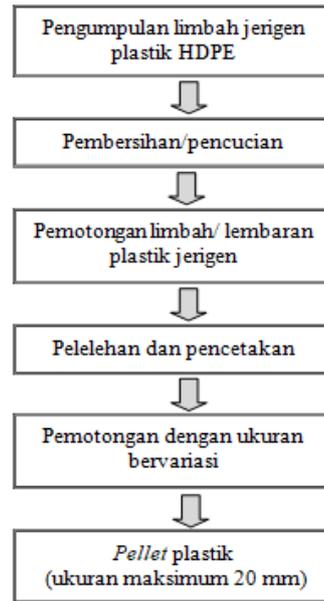
Peralatan yang digunakan meliputi peralatan untuk memproses limbah plastik hingga berbentuk *pellet*, peralatan untuk pengujian karakteristik agregat, peralatan untuk membuat benda uji, pengujian beton segar, dan perawatan beton, serta mesin uji tekan (*compressive test machine*).

Ada empat variasi campuran pada pembuatan benda uji yakni beton tanpa kadar *pellet* (beton normal), serta beton dengan kadar *pellet* 20%, 40%, dan 60% dari volume batu pecah.. Benda uji berupa silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Pengujian berupa uji slump dan berat volume untuk beton segar, serta berat volume, kuat tekan, dan kuat tarik-belah pada saat beton berumur 28 hari.

Adapun alur pelaksanaan penelitian ditampilkan dalam bentuk diagram pada Gambar 3, sedangkan proses daur ulang limbah plastik hingga menjadi *pellet* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Alur pelaksanaan penelitian



Gambar 4. Proses daur ulang limbah plastik menjadi *pellet*

Pengujian karakteristik agregat dan perancangan campuran adukan beton normal mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) yang diterbitkan oleh [5] dan [8] yang diadopsi dari ASTM. Kuat tekan beton direncanakan 20 MPa.

Dari hasil *mix design* diperoleh jumlah bahan-bahan pencampur beton untuk 1 m³ beton normal dan untuk satu adukan (20 buah silinder) dalam keadaan SSD yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Kebutuhan bahan campuran untuk 1 m³ beton normal (SSD)

Volume	Berat bahan pencampur beton (kg)				Berat total (kg)
	Semen	Pasir	Batu pecah	Air	
1 m ³	341,67	753,67	1019,67	205	2320

Tabel 2. Kebutuhan bahan campuran untuk 1 adukan beton normal (dalam berat)

Kode benda uji	Kadar <i>pellet</i>	Berat bahan pencampur beton (kg)				Berat total (kg)
		Semen	Pasir	Batu pecah	Air	
BN	0%	12,88	28,40	38,42	7,72	87,42

Rancangan campuran beton plastik pada dasarnya sama dengan rancangan campuran beton normal, hanya pada beton plastik volume batu pecah digantikan oleh *pellet* plastik dalam persentase tertentu [Persamaan (1) dan (2)].

$$\text{Volume batu pecah} = \text{berat batu pecah} / \text{berat volume batu pecah} \tag{1}$$

$$\text{Berat } \textit{pellet} \text{ plastik} = (\% \textit{pellet} \times \text{volume batu pecah}) \times \text{berat volume } \textit{pellet} \tag{2}$$

dimana berat volume semen 1,25 kg/l, pasir 1,43 kg/l, batu pecah 1,84 kg/l, air 1 kg/l, dan *pellet* plastik 0,5 kg.l. Berdasarkan Tabel 2, Persamaan (1), dan (2) diperoleh kebutuhan bahan campuran beton normal dalam

satuan volume dan kebutuhan bahan campuran untuk tiga variasi beton plastik yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Kebutuhan bahan campuran untuk 1 adukan beton plastik (dalam volume)

Kode benda uji	Kadar <i>pellet</i>	Volume bahan pencampur beton (liter)				Berat total (kg)
		Semen	Pasir	Batu pecah	Air	
BN	0%	10,30	19,86	20,88	7,72	87,42

Tabel 4. Kebutuhan bahan campuran untuk beton plastik (dalam berat)

Kode benda uji	Kadar <i>pellet</i>	Berat bahan pencampur beton (kg)					Berat total (kg)
		Semen	Pasir	Batu pecah	<i>Pellet</i> plastik	Air	
BP.20	20%	12,88	28,40	30,74	2,08	7,72	81,82
BP.40	40%	12,88	28,40	23,06	4,18	7,72	76,24
BP.60	60%	12,88	28,40	15,36	6,26	7,72	70,62
Jumlah		38,64	85,2	69,16	12,52	23,16	

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Adapun hasil pengujian karakteristik agregat ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian karakteristik agregat

No.	Karakteristik	Pedoman	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Pasir				
a	Berat volume	SNI 03 4804 1998	1,4-1,9 kg/l	1,43 kg/l	memenuhi
b	Berat jenis SSD	SNI 1970:2008	1,6-3,2	2,52	memenuhi
c	Kadar lumpur	SNI 03 4142 1996	0,2-6%	0,43%	memenuhi
d	Kadar organik	SNI 2816:2014	< No.3	No. 2	memenuhi
e	Modulus kehalusan	SNI 03 1968 1990	2,2-3,1	2,83	memenuhi
2	Batu pecah				
a	Berat volume	SNI 03 4804 1998	1,4-1,9 kg/l	1,84 kg/l	memenuhi
b	Berat jenis SSD	SNI 1970:2008	1,6-3,2	2,58	memenuhi
c	Kadar lumpur	SNI 03 4142 1996	0,2-1%	1%	memenuhi
d	Keausan	SNI 2417 2008	15-50%	30,39%	memenuhi
e	Modulus kehalusan	SNI 03 1968 1990	5,5-8,5	6,11	memenuhi
3	<i>Pellet</i> plastik				
a	Berat volume	SNI 03 4804 1998	1,4-1,9 kg/l	0,5 kg/l	relatif rendah
b	Modulus kehalusan	SNI 03 1968 1990	5,5-8,5	5,87	memenuhi
c	Keausan	SNI 2417 2008	15-50%	0,04%	relatif rendah

3.2. Hasil Pengujian Beton Segar

Terdapat dua jenis pengujian beton segar atau pada saat beton masih basah yakni:

1) *Slump*

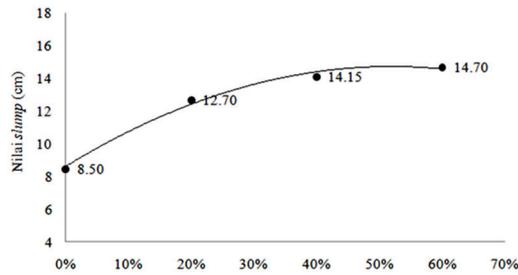
Pengukuran *slump* dan hasil pengujian *slump* untuk semua variasi ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6. Dari Gambar 6 terlihat bahwa semakin besar kadar *pellet* di dalam campuran beton, maka nilai *slump* semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh adanya *pellet* plastik di dalam campuran beton yang sifatnya tidak menyerap air campuran sehingga adukan beton menjadi lebih encer.

2) Berat volume

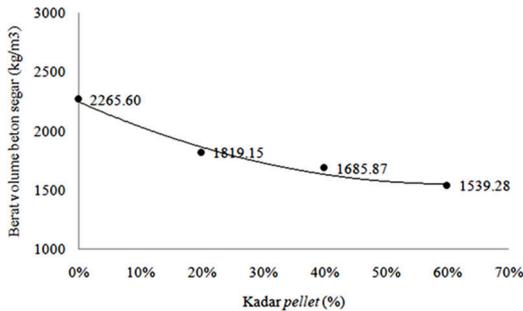
Hasil pengujian berat volume beton segar sebesar 2265,6 kg/m³, sedangkan berat volume secara analitis (dari *mix design*) sebesar 2320 kg/m³. Apabila dibandingkan, maka terdapat selisih sebesar 54,4 kg/m³ atau sebesar 2,35%. Hasil pengujian berat volume beton segar untuk semua variasi ditunjukkan pada Gambar 7, dimana semakin besar kadar *pellet* di dalam campuran beton, maka berat volume beton segar semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh adanya *pellet* plastik dengan berat volume yang lebih kecil dibandingkan berat volume batu pecah.



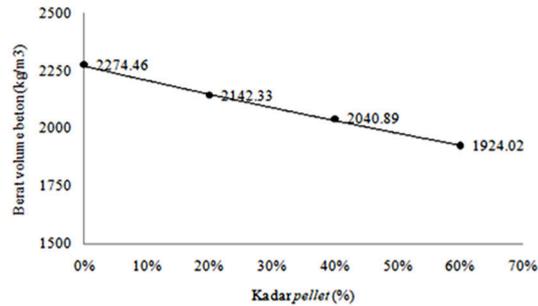
Gambar 5. Pengujian *slump* beton



Gambar 6. Hubungan antara kadar *pellet* dengan nilai *slump* beton



Gambar 7. Hubungan antara kadar *pellet* dengan berat volume beton segar



Gambar 8. Hubungan antara kadar *pellet* dengan berat volume beton

3.3. Hasil Pengujian Beton pada Umur 28 Hari

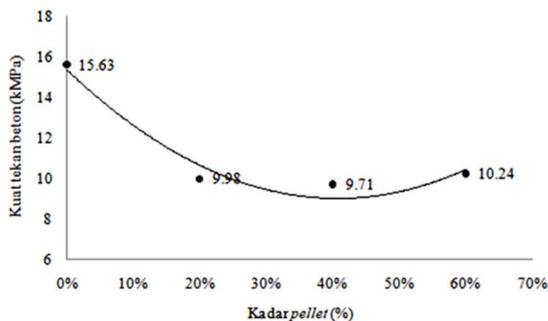
Pengujian beton pada saat berumur 28 hari meliputi tiga pengujian yaitu:

1) Berat volume

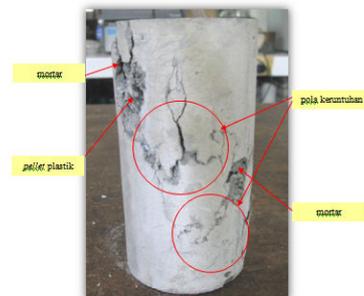
Hasil pengujian berat volume beton pada umur 28 hari ditunjukkan pada Gambar 8, dimana semakin besar kadar *pellet* di dalam campuran beton, maka berat volume beton semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh adanya *pellet* plastik di dalam campuran beton dimana berat volumenya lebih kecil daripada berat volume batu pecah. Berdasarkan berat volumenya, semua variasi benda uji masuk dalam kategori beton struktural karena berat volumenya berada diantara 1400-1850 kg/m³ (BP.40 dan BP.60), bahkan ada yang lebih dari 1850 kg/m³ yakni BN dan BP.20 [5].

2) Kuat tekan beton

Hasil pengujian kuat tekan beton untuk semua variasi ditunjukkan pada Gambar 9, sedangkan penampang bagian dalam dari hasil pengujian kuat tarik-belah beton ditunjukkan pada Gambar 10. Pada Gambar 9 terlihat bahwa kuat tekan mengalami penurunan hingga kadar 40%, kemudian naik pada kadar 60%. Berdasarkan [5], semua variasi benda uji masuk dalam kategori beton ringan struktural karena kuat tekannya berada antara 6-89-17,24 MPa.



Gambar 9. Hubungan antara kadar *pellet* dengan kuat tekan beton

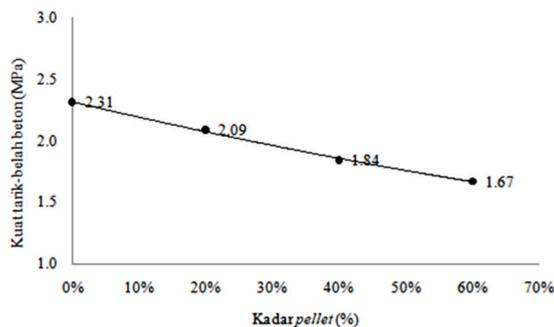


Gambar 10. Pola keruntuhan hasil pengujian kuat tekan beton

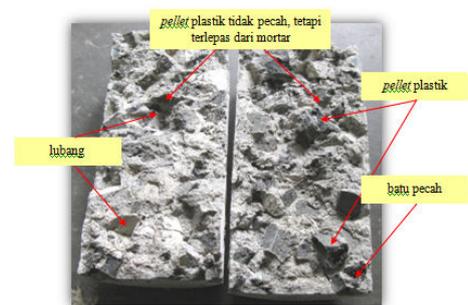
3) Kuat tarik-belah beton

Hasil pengujian kuat tarik-belah beton untuk semua variasi ditunjukkan pada Gambar 11, sedangkan penampang bagian dalam dari hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 12. Gambar 11 menunjukkan

bahwa kuat tarik-belah mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar *pellet* di dalam beton. hingga kadar 40%, kemudian naik pada kadar 60%. Mengacu pada SNI terbitan [5], semua variasi benda uji masuk dalam kategori beton ringan struktural karena kuat tekannya berada antara 6-89-17,24 MPa.



Gambar 11. Hubungan antara kadar *pellet* dengan kuat tarik-belah beton



Gambar 12. Penampang bagian dalam hasil pengujian kuat tarik-belah beton

Besarnya kuat tarik-belah berkisar 7-11% dari kuat tekannya, sedangkan kuat tarik-belah yang terjadi berkisar 15-21%, berarti di atas dari yang diperkirakan. Penggunaan *pellet* plastik dalam beton memberi lekatan yang kuat sehingga agak sulit dipisahkan.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian tersebut di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar kadar *pellet* di dalam campuran beton, maka berat volume, kuat tekan, dan kuat tarik-belah semakin turun, kecuali kuat tekan pada BP.60 yang mengalami kenaikan. Hal ini akibat adanya *pellet* plastik di dalam campuran beton dimana berat volumenya lebih kecil daripada berat volume batu pecah. Berdasarkan berat volumenya, semua variasi benda uji masuk dalam kategori beton struktural karena berat volumenya berada diantara 1400-1850 kg/m³ (BP.40 dan BP.60), bahkan ada yang lebih dari 1850 kg/m³ yakni BN dan BP.20. Berdasarkan kuat tekannya, semua variasi benda uji masuk dalam kategori beton ringan struktural karena kuat tekannya berada di antara 6,89-17,24 MPa.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Hermawati, dkk. "Tinjauan Umum Pengelolaan Sampah Perkotaan dalam Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah di Perkotaan". Plantaxia, 2015.
- [2] R. Halidi, Risna dan L. K. Fikri, "Indonesia Produksi 64 Juta Ton Sampah Setahun, 30 Persen Cemari Lingkungan", <https://www.suara.com>, 2020. [Online]. [Diakses 22 Februari 2021].
- [3] Adupi Jakarta Indonesia, "Terendah Konsumsi Plastik, Penanganan Sampahnya Buruk", <http://adupi.org>, 2020. [Online]. [Diakses 20 Februari 2021].
- [4] N. A. Jalali dan Khairil. "Pengaruh Variasi Pasir dan Abu Batu pada Beton Beragregat Kasar *Pellet Polypropylene* terhadap Kuat Tekan dan Lentur". Prokons. Politeknik Negeri Malang. Vol. 9, No. 1, Februari 2015.
- [5] Anonim, Metoda Tata Cara dan Spesifikasi Bagian 13: Kayu, Bahan Lain, Lain-lain, Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003a.
- [6] Sudarmono, dkk., "Limbah Kantong Plastik Untuk Campuran Beton Solusi Rumah Murah", Prosiding Sentrivov, Vol. 001: 153-162. <http://proceeding.sentrinov.org>, 2015. [Online]. [Diakses 3 Maret 2021].
- [7] Anonim, Metoda Tata Cara dan Spesifikasi Bagian 2: Batuan, Sedimen, Agregat. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003b.
- [8] Supratikno dan Ratnanik, "Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Beton", Jurnal Teknik Sipil ITP, Vol. 6 No. 1: 21-29. <https://ejournal.itp.ac.id>. [Online]. [Diakses 3 Maret 2021].

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Ujung Pandang atas biaya yang dikeluarkan untuk penelitian ini.