

KUALITAS PAVING BLOCK DENGAN MENGGUNAKAN LIMBAH PLASTIK POLYPROPYLENE TERHADAP KUAT TEKAN

Erdin Khalid Zulfi¹, Zainuri², Fitridawati Soehardi³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email: erdinkhalid@gmail.com, zainuri@unilak.ac.id, fitridawati@unilak.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan plastik dikehidupan sehari-hari adalah hal yang lumrah, efek samping yang ditimbulkan oleh penggunaan plastik ini yaitu limbahnya yang akan sulit diurai oleh tanah. Disisi lain dengan berkembangnya tingkat kebutuhan manusia dan semakin minimnya sumber daya alam, maka timbul inovasi baru dengan memanfaatkan limbah plastik sebagai bahan campuran pembentuk beton. Dalam penelitian ini menggunakan limbah plastik *Polypropylene* sebagai perekat bahan pengganti semen. Limbah plastik jenis *Polypropylene* dilelehkan pada suhu 160°C - 165°C dan dicampurkan dengan agregat halus. Dalam pembuatan *Paving Block polimer* ini menggunakan komposisi campuran plastik jenis *Polypropylene* : Agregat Halus mulai dari (100%:0%), (90%:10%), (80%:20%), (70%:30%), (60%:40%), (50%:50%), (40%:60%), (30%:70%), (20%:80%), dan (10%:90%). Dari masing-masing komposisi campuran ini terdiri dari 5 sampel. Dari hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan maksimum pada campuran 30% plastik *Polypropylene* : 70% agregat halus dengan nilai kuat tekan 16,11 MPa, nilai ini dapat dimasukkan kedalam golongan mutu C yang bisa digunakan untuk pejalan kaki menurut (SNI 03-0691, 1996) yang berlaku.

Kata Kunci: Kuat Tekan, Plastik, *Polypropylene*, *Paving Block*

ABSTRACT

The use of plastic in everyday life is commonplace, the side effect caused by the use of plastic is that the waste will be difficult to decompose by the soil. On the other hand, with the growing level of human needs and the lack of natural resources, innovations arise by utilizing plastic waste as a concrete-forming mixture. In this study, Polypropylene plastic waste was used as an adhesive for cement substitutes. Polypropylene plastic waste is melted at a temperature of 160°C - 165°C and mixed with fine aggregate. In the manufacture of this polymer Paving Block using a mixture of Polypropylene type plastic mixtures: Fine Aggregate ranging from (100%:0%), (90%:10%), (80%:20%), (70%:30%), (60%:40%), (50%:50%), (40%:60%), (30%:70%), (20%:80%), and (10%:90%). each component of this mixture consists of 5 samples. The results of the study obtained the maximum compressive strength value in a mixture of 30% Polypropylene plastic: 70% fine aggregate with a compressive strength value of 16.11 MPa, this value can be included in the C quality class which can be used for pedestrians according to (SNI 03-0691, 1996) applicable.

Keywords: *Plastic, Polypropylene, Paving Block, Compressive Strength*

1. PENDAHULUAN

Peningkatan produksi sampah akhir-akhir ini sangat meresahkan masyarakat sekitar yang tinggal dekat dengan TPA. Berdasarkan jumlah produksi sampah di Kota Pekanbaru perhari mencapai 867,41 Ton, sampah yang diolah perhari hanya 31,23 ton, sampah yang dapat ditimbun sebanyak 407,72 Ton, sedangkan sampah yang tidak terkelola perhari mencapai 425,49 Ton. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa tahapan pengurangan sampah belum maksimal dilaksanakan di Kota Pekanbaru (Ernawaty dkk., 2019). Peningkatan produksi

sampah jika tidak ditangani dan dimanfaatkan dapat merusak lingkungan sekitar.

Sampah plastik ini dapat menimbulkan berbagai macam permasalahan seperti tersumbatnya saluran drainase yang dapat menyebabkan banjir. Meminimalisir sampah plastik dengan cara mendaur ulang sangat penting, selain pencemaran pada lingkungan yang bisa dikurangi juga bisa menghindari pemborosan (SDA) sumber daya alam. Daur ulang sampah plastik ini juga dapat memberikan manfaat dalam perekonomian masyarakat (Rai, B., dkk., 2012).

Salah satu alternatif yang menarik untuk mendaur ulang sampah plastik adalah pemanfaatan

sampah plastik sebagai pengganti semen dalam pembuatan *paving block*. Plastik memiliki karakteristik penting yang dapat digunakan baik sendiri maupun komposit yang dapat digunakan sebagai bahan konstruksi, seperti tahan lama, tahan korosi, isolator yang baik untuk panas, dingin dan suara, hemat energi, ekonomis, memiliki masa pakai yang lama, panjang dan ringan. Penggunaan plastik sebagai bahan konstruksi dapat meningkatkan elastisitas dan daya tahan serta mengurangi densitas sehingga bahan menjadi lebih ringan. Selain itu, penggunaan sampah plastik juga diharapkan dapat diterapkan pada bahan bangunan dengan harga yang lebih murah, serta solusi alternatif dalam penggunaan sampah plastik untuk mencegah pencemaran lingkungan (Jassim, 2017).

Tempat pembuangan sampah yang tidak dirawat dengan baik dapat menimbulkan masalah besar, karena penumpukan sampah dapat menyebabkan tanah menjadi tercemar. Membuang sampah pada saluran pembuangan yang akan memberikan dampak tersumbatnya saluran pembuangan tersebut sehingga mengakibatkan terjadinya banjir. Beberapa jenis sampah ini salah satunya yaitu limbah plastik *Polypropylene*.

Menurut Gunawan dkk., (2017). *Polypropylene* adalah sebuah polimer termo-plastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya pengemasan, tekstil (contohnya tali, pakaian dalam termal, dan karpet), alat tulis, berbagai tipe wadah terpakaikan ulang serta bagian plastik, perlengkapan laboratorium, pengeras suara, komponen otomotif, dan uang kertas polimer. Polimer adisi yang terbuat dari propilena monomer, permukaannya tidak rata serta memiliki sifat resistan yang tidak biasa terhadap kebanyakan pelarut kimia, basa dan asam. Titik leleh plastik jenis *polypropylene* adalah 160°C-165°C.

Plastik jenis *Polypropylene* ini berwarna bening tapi sedikit berawan karena tidak terlalu terang warnanya, bahan ini sering digunakan pada produk minuman, serta pp ini lebih aman dipakai. Polipropena biasanya didaur-ulang, dan simbol daur ulangnya adalah nomor "5". Banyak digunakan untuk membuat wadah makanan, kemasan plastik, botol lunak, wadah yogurt, dan sedotan minuman (Indrawijaya dkk., 2019).

Paving block atau *Concrete Block* bahan bangunan yang terbuat dari semen, air dan agregat. *Paving block* sering digunakan pada konstruksi yang sangat ramah lingkungan dan mempunyai banyak ukuran sehingga menambah nilai estetika. Semen pada *paving block* berfungsi sebagai bahan perekat pada *paving block*. Untuk upaya mengurangi penggunaan semen, dilakukan sebuah penelitian yang memanfaatkan limbah plastik dengan membuat *paving block polimer* dengan menggunakan jenis

plastik *high density polythylene* didapat hasil kuat rata-ratanya sebesar 20 kg/cm²

Beberapa faktor diatas sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Sultan Dkk., (2020) tentang pembuatan *paving block* dengan bahan perekat dari limbah plastik *Polypropylene* dan agregat halus sebagai substitusi semen dengan berbagai variasi komposisi bahan plastik dan agregat halus. Maka disini penulis melakukan penelitian kembali jenis plastik *Polypropylene* dan agregat halus dengan variasi yang berbeda untuk mendapat nilai kuat tekan optimum.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Persiapan alat dan bahan

Tahap ini yaitu mempersiapkan semua alat maupun bahan yang akan digunakan pada saat proses pengerjaan sampel *paving block*.

2.2 Tahap pencampuran

Campuran material plastik jenis *Polypropylene* dengan pasir / agregat halus. Perencanaan variasi campuran antara komposisi plastik jenis *Polypropylene* : komposisi pasir adalah (100:0) (90:10) , (80:20), (70:30), (60:40), (50:50), (40:60), (30:70), (20:80), dan (10:90). Sebelum kita membuat sampel uji langkah pertama yang kita lakukan untuk menemukan 100% plastik pada ukuran cetakan 5x5x6 cm adalah dengan menyediakan 300 gram plastik jenis *Polypropylene* yang sudah dibersihkan. Untuk menemukan komposisi 90% plastik jenis *Polypropylene* berbanding 10% pasir pada satu sampel yaitu :

Kebutuhan plastik *Polypropylene* = $90/100 \times 300$
gram = 270 gram

Kebutuhan pasir = $10/100 \times 300$ gram = 30 gram.

Tabel 3. 1. Rancangan Sampel

No	Komposisi Volume Berat Campuran PP : Pasir (%)	Kebutuhan Plastik PP (gram)	Kebutuhan Pasir (gram)	Jumlah
1	100 : 0	250	0	5
2	90 : 10	225	25	5
3	80 : 20	200	50	5
4	70 : 30	175	75	5
5	60 : 40	150	100	5
6	50 : 50	125	125	5
7	40 : 60	100	150	5
8	30 : 70	75	175	5
9	20 : 80	50	200	5
10	10 : 90	25	225	5
Total				50

1.3.1. Tahapan pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji haruslah sesuai dengan variasi yang telah direncanakan supaya bahan tidak terbuang agar lebih ekonomis. tahapan pembuatan benda uji tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pada langkah awal yaitu nyalakan kompor dan panaskan kuali.
2. Masukkan plastik jenis *Polypropylene* yang sudah dipotong kecil-kecil hingga meleleh.
3. Setelah plastik jenis *Polypropylene* tersebut mencair campurkan pasir ke dalam kuali dan diaduk hingga merata.
4. Setelah plastik dan pasir tercampur rata, masukan campuran plastik dan pasir kedalam cetakan mortar 5x5x6 cm dan rapikan permukaannya. Pastikan cetakan dan campuran tersebut bersih.
5. Dinginkan benda uji 5-10 menit, pastikan benda uji benar-benar kering agar benda uji tersebut tidak rusak di karenakan pengeringan yang belum sempurna.
6. Beri tanda pada sampel untuk membedakan sampel 1 dan yang lainnya.
7. Disimpan di kotak penyimpanan pada suhu ruangan.

1.3.2. Tahapan pengujian

Pengujian dilakukan di PT. Riau Mas Bersaudara dengan menggunakan mesin kuat tekan (*Compression Aparatus*) untuk sampel yang sudah berumur 7 hari. Sampel yang mau di uji sebanyak 5 sampel 10 variasi dengan total sampel yaitu 50 sampel. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat tekan pada sampel sesuai dengan (SNI 03-0691, 1996). Sebelum dilakukan pengujian timbang

sampel tersebut terlebih dahulu dan diukur dimensinya pastikan posisi sampel benar benar di tengah untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Setelah sampel ditekan hingga hancur oleh mesin kuat tekan, dicatat dan didokumentasikan.

1.3.3. Hasil penelitian dan pembahasan

Menurut SNI 03-0691, (1996) rumus yang digunakan untuk pengujian kuat tekan hasil pengujian kuat tekan yang didapatkan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F'c = \frac{P}{L} \quad (1)$$

Keterangan :

F'c = Kuat Tekan (MPa)

P = Beban Tekan (N)

L = Luas Bidang Tekan (mm²)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian yang telah dilakukan dalam pembuatan *paving block* berbahan dasar dari campuran plastik *Polypropylene* dan agregat pasir untuk mendapatkan hasil pengujian kuat tekan yang maksimum. Plastik *Polypropylene* ini bertujuan sebagai bahan ikat agregat pasir dan mengisi pori-pori pada *paving block* dalam campuran yang bervariasi. Diharapkan *paving block* ini memiliki nilai kuat tekan yang baik.

3.1. Pengujian kuat tekan

Sampel *paving block* yang digunakan berumur 7 hari, Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui beban tekan yang mampu ditahan oleh masing-masing sampel yang memiliki variasi berbeda setiap komposisinya yang dimulai dari 100% plastik *Polypropylene* hingga 10% plastik *Polypropylene*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning dan pengujian kuat tekan yang dilakukan di Laboratorium PT RMB.

Alat yang digunakan pada pengujian kuat tekan ini *Compresion Testing Machine* dengan memberikan beban secara bertahap sampai benda uji hancur dan akan diketahui kekuatan benda uji *paving block*. Pengujian kuat tekan ini menggunakan benda uji kubus yang berukuran 5 × 5 × 6 cm, setiap variasi terdapat 5 benda uji sehingga total semua benda uji yang akan dilakukan pengujian kuat tekan adalah sebanyak 50 sampel.

3.2. Data perhitungan

Berikut adalah contoh perhitungan pada pengujian kuat tekan *paving block* yang di lakukan di Laboratorium PT. Riau Mas Bersaudara :

$$W = m \times g = 1000 \times 9,81 = 101,97$$

Bacaan 20 N dirubah ke satuan Kg $20 \times 101,97 = 2039,4 \text{ N/mm}^2$

$$F'c = \frac{P}{L} = \frac{2039,4}{25} = 81,58 \text{ kg/cm}^2$$

0,83 = Faktor konversi benda uji kubus ke silinder

1 MPa ke $\text{N/mm}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$

$$(81,58 / 10) \text{ kg/cm}^2 \times 0,83 = 6,77 \text{ KN}$$

Keterangan :

W = Beban (N)

M = Massa (gram)

g = *Specific gravity*

$F'c$ = Kuat tekan (MPa)

P = Beban (KN)

L = Luas bidang tekan (mm^2)

Untuk nilai kuat tekan dari masing-masing benda uji setelah dilakukan pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel 4.1.

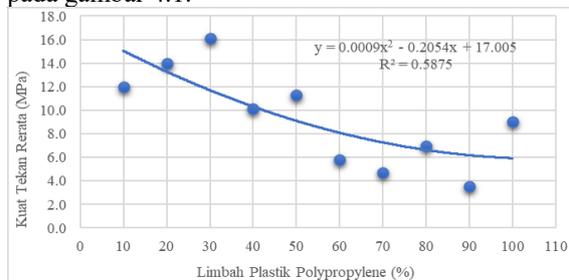
Tabel 4. 1. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan

N O	Komposisi Campuran PP : Pasir (%)	Label Benda Uji	Berat (gram)	Luas (mm^2)	Beban (KN)	$F'c$ (MPa)	$F'c$ Rata-Rata (MPa)
1	100 : 0	1	107,8	2500	20	6,77	9,01
		2	109,0	2500	24	8,12	
		3	103,9	2500	30	10,16	
		4	110,5	2500	30	10,16	
		5	109,5	2500	29	9,82	
2	90 : 10	1	120,7	2500	13	4,40	3,55
		2	115,5	2500	11	3,72	
		3	108,1	2500	10	3,22	
		4	113,0	2500	11	3,72	
		5	110,5	2500	8	2,71	
3	80 : 20	1	110,7	2500	25	8,46	6,97
		2	121,0	2500	19	6,43	
		3	126,2	2500	17	5,76	
		4	126,0	2500	20	6,77	
		5	131,4	2500	22	7,45	
4	70 : 30	1	129,5	2500	7	2,37	4,67
		2	160,3	2500	10	3,39	
		3	128,8	2500	11	3,72	
		4	120,0	2500	23	7,79	
		5	133,6	2500	18	6,09	
5	60 : 40	1	169,7	2500	20	6,77	5,79
		2	193,3	2500	13	4,23	
		3	137,7	2500	15	5,08	
		4	120,0	2500	9	3,05	
		5	139,6	2500	29	9,82	

6	50 : 50	1	166,6	2500	27	9,14	11,31
		2	159,5	2500	36	12,19	
		3	165,5	2500	26	8,80	
		4	154,5	2500	37	12,53	
		5	158,9	2500	41	13,88	
7	40 : 60	1	193,4	2500	31	10,49	10,16
		2	180,0	2500	38	12,86	
		3	176,1	2500	33	11,17	
		4	168,6	2500	30	10,16	
		5	198,8	2500	18	6,09	
8	30 : 70	1	170,1	2500	44	14,90	16,11
		2	196,0	2500	50	16,93	
		3	182,1	2500	48	16,25	
		4	195,0	2500	36	15,57	
		5	182,8	2500	50	16,93	
9	20 : 80	1	192,4	2500	39	13,20	13,95
		2	204,5	2500	38	12,86	
		3	194,3	2500	43	14,56	
		4	196,2	2500	42	14,22	
		5	207,2	2500	44	14,90	
10	10 : 90	1	220,7	2500	34	11,51	11,98
		2	233,2	2500	28	9,48	
		3	227,5	2500	41	13,88	
		4	215,9	2500	38	12,86	
		5	220,8	2500	36	12,19	

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui pada variasi 100% plastik *Polypropylene* : 0% pasir hasil nilai rata-rata uji kuat tekannya adalah 9,01 MPa, nilai ini dapat digolongkan kedalam mutu D dan digunakan untuk taman dan penggunaan lain. Pada variasi 90% plastik *Polypropylene* : 10% pasir hasil nilai rata-rata uji kuat tekannya adalah 3,55 MPa, nilai ini tidak dapat dimasukan kedalam golongan mutu beton. Pada variasi 80% plastik *Polypropylene* : 20% pasir hasil nilai rata-rata uji kuat tekannya adalah 6,97 MPa, nilai ini tidak dapat dimasukan kedalam golongan mutu beton. Pada variasi 70% plastik *Polypropylene* : 30% pasir hasil nilai rata-rata uji kuat tekannya adalah 4,67 MPa, nilai ini tidak dapat dimasukan kedalam golongan mutu beton. Pada variasi 60% plastik *Polypropylene* : 40% pasir hasil nilai rata-rata uji kuat tekannya adalah 5,79 MPa, nilai ini tidak dapat dimasukan kedalam golongan mutu beton. Pada variasi 50% plastik *Polypropylene* : 50% pasir hasil nilai rata-rata uji kuat tekannya adalah 11,31 MPa, nilai ini

dapat digolongkan kedalam mutu D dan digunakan untuk taman dan penggunaan lain. Pada variasi 40% plastik *Polypropylene* : 60% pasir hasil nilai rata-rata uji kuat tekannya adalah 10,16 MPa, nilai ini dapat digolongkan kedalam mutu D dan digunakan untuk taman dan penggunaan lain. Pada variasi 30% plastik *Polypropylene* : 70% pasir hasil nilai rata-rata uji kuat tekannya adalah 16,11 MPa, nilai ini dapat digolongkan kedalam mutu C dan digunakan untuk pejalan kaki. Pada variasi 20% plastik *Polypropylene* : 80% pasir hasil nilai rata-rata uji kuat tekannya adalah 13,95 MPa, nilai ini dapat digolongkan kedalam mutu C dan digunakan untuk pejalan kaki. Dan Pada variasi 10% plastik *Polypropylene* : 90% pasir hasil nilai rata-rata uji kuat tekannya adalah 11,98 MPa, nilai ini dapat digolongkan kedalam mutu D dan digunakan untuk taman dan penggunaan lain. Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.1 didapatkan grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1. Grafik Exponensial limbah plastik dan kuat tekan rata-rata

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat hasil kuat tekan rata-rata setiap variasi komposisi campuran yang berbeda-beda dan membentuk garis lengkung dan terjadinya penurunan yang landai pada komposisi 60% plastik *Polypropylene* : 40% pasir, hubungan antara nilai kuat tekan rata-rata dan plastik *Polypropylene*. Model persamaan didapat hasilnya adalah : $y = -0,0009x^2 + 0,2054x + 17,005$ untuk nilai $R^2 = 0,5875$ dapat diketahui pemakaian plastik *Polypropylene* sebagai pengikat sebesar 58,75% dan sisanya 41,25%. Nilai korelasi (r) adalah 0,7665 menunjukkan hubungan variabel kuat tekan rata-rata dan limbah plastik *Polypropylene* yang kuat berdasarkan kriteria diberikan oleh (Nuryadi Dkk., 2017) :

4. KESIMPULAN

Dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan penelitian pengujian kuat tekan *paving block* berbahan plastik *Polypropylene* dan pasir dengan 10 perbandingan variasi, setiap variasinya terdapat 5 sampel dari perbandingan 100% plastik *Polypropylene* : 0% pasir hingga 10% plastik *Polypropylene* : 90% pasir. Perbandingan 30% plastik *Polypropylene* : 70% pasir mendapatkan

hasil nilai yang paling maksimum dengan nilai uji kuat tekannya 16,11 MPa. Nilai uji kuat tekan ini masuk kedalam syarat mutu *paving block* dengan mutu C dan bisa digunakan untuk pejalan kaki menurut (SNI 03-0691, 1996).

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariyadi, 2019, Uji Pembuatan Paving Block Menggunakan Campuran Limbah Plastik Jenis PET (*Poly Ethylene Terephthalate*) Pada Skala Laboratorium, *Tugas Akhir*, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Lampung
- [2] Badan Standar Nasional, 1990, *SK-SNI-T-04, Tata Cara Pemasangan Blok Beton Terkunci Untuk Permukaan Jalan*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, BSN, Indonesia.
- [3] Badan Standar Nasional, 1996, *SNI 03-0691, Bata Beton (Paving Block)*, BSN, Indonesia
- [4] Badan Standar Nasional, 2002, *SNI 03-6820, Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen*, BSN, Indonesia.
- [5] Ernawaty, Zulkarnain, Siregar, Y.I., dan Bahrudin, 2019, Pengelolaan Sampah di Kota Pekanbaru, *Dinamika Lingkungan Indonesia*, Vol.6 No.2, pp.126–135, ISSN : 2655-8114
- [6] Gunawan, R., Daud, S., dan Yenie, E., 2017, Pengaruh Suhu dan Variasi Rasio Plastik Jenis *Polypropylene* dan Plastik *Polytyrene* terhadap *Yield* dengan proses Pirolisis, *Jom FTEKNIK*, Vol.4 No.2, pp.1–6, ISSN : 2355-6870.
- [7] Heldi, D., 2021, Limbah Plastik HDPE Sebagai Substitusi Semen Pada *Paving Block*, *Tugas Akhir*, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru.
- [8] Indrawijaya, B., Wibisana, A., Setyowati, A.D., Iswadi, D., dan Naufal, D.P., 2019, Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE Sebagai Pengganti Agregat Untuk Pembuatan *Paving Blok Beton*, *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, Vol.3 No.1, pp.1–7, ISSN : 2549-0699.
- [9] Irawati, N., dan Hanurawaty, N.Y., 2014, Penggunaan Kemasan Plastik Jenis PE (*Polythylene*), PP (*Polypropylen*) Dan Plastik Wrap Terhadap Angka Kuman Pada Daging Ayam, *Jurnal Kesehatan*, Vol.13 No.1, pp.1–102, ISSN : 1412-3746.
- [10] Jassim, A.K., 2017, *Recycling of Polyethylene Waste to Produce Plastic Cement*, *Procedia Manufacturing*, Stellenbosch.
- [11] Mujiarto, I., 2005, Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif, *Traksi*, Vol.3 No.2, pp.65–73, ISSN : 2356-2226.
- [12] Nuryadi, Tutut, D., Endang, U., dan Budiantara, M., 2017, Dasar-Dasar Statistik Penelitian, *Gramasurya*, Indonesia.

- [13] Pamungkas, B., dan Hairunnisa, S, 2007, Komparasi Mutu *Paving Block* antara Metode Mekanis dan Konvensional dengan Campuran Endapan Sampah, *Tugas Akhir*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [14] Rai, B., Rushad, S.T., Kr, B., dan Duggal, S.K., 2012, *Study of Waste Plastic Mix Concrete with Plasticizer*, *ISRN Civil Engineering*, India.
- [15] Sari, K.I., dan Nusa, A.B., 2019, Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE (*High Density Polythylene*) Sebagai Bahan Pembuatan *Paving Block*. *Buletin Utama Teknik*, Vol.15 No.1, pp.29–33, ISSN : 2589-3814.
- [16] Siregar, R, 2019, Korelasi Besar Temperatur Pemanasan Cetakan terhadap Kualitas Hasil *Press Paving Block* Berbahan Dasar Sampah Plastik, *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, Vol.5 No.1, pp.41-45, ISSN : 2579-7063.
- [17] Sultan, M.A., Tata, A., dan Wanda, A., 2020, Penggunaan Limbah Plastik PP Sebagai Bahan Pengikat pada Campuran *Paving Block*, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.6 No.2, pp.95–102, ISSN : 2549-3973.
- [18] Surono, U.B., 2013, Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak, *Jurnal Teknik*, Vol.3 No.1, pp.32–40, ISSN : 2088-3676.
- [19] Widiyatmoko, H., Purwaningrum, P., dan Arum P.F., 2016, Analisis Karakteristik Sampah Plastik Di Permukiman Kecamatan Tebet Dan Alternatif Pengolahannya, *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, Vol.7 No.1, pp.24–33, ISSN : 2579-9150.
- [20] Yuriandala, Y., dan Purnama, P.H., 2010, Studi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Produk dan Jasa Kreatif, *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, Vol.2 No.1, pp.21–31, ISSN : 2085-1227.