

## Peningkatan Nilai Kekuatan Tekan *Paving Block* Berbahan Sampah Plastik Melalui Optimalisasi Peleburan dan Persentasi Komposisi Pasir

Rolan Siregar<sup>1\*</sup>, Irham Birochmatillah<sup>1</sup>, Muhammad Rifqy Faisal<sup>1</sup>, Asyari Daryus<sup>1</sup>, Aep Saepul Uyun<sup>1</sup>, Yefri Chan<sup>1</sup>, Husen Asbanu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Darma Persada 13450, Indonesia;

\*email: rolansiregar@ft.unsada.ac.id

### Abstract

*Inorganic waste such as plastik is waste that is difficult to decompose and continues to increase in the community. The impact of inorganic waste in various regions in Indonesia is quite large, such as blocked river flow which can cause flooding. Waste processing needs to be done seriously to reduce the bad impact of this waste. So this research shows the recycling of plastik waste into a product that is more economically valuable, namely paving blocks. Specifically, the purpose of this study is to determine the strength of paving blocks made from plastik waste. Research on this has been carried out in previous studies but it is necessary to increase the compressive strength of these paving blocks. The method in this research is carried out experimentally, namely by optimizing the plastik melting process and mixing the melt with sand as an additional mixture. The results of this study show that the compressive stress paving block is 26.93 MPa, this value has increased by 43% from previous studies. It is hoped that this research can be used as material in the development of paving blocks made from plastik waste to be commercialized.*

**Keywords:** *inorganic waste, plastik, paving block, recycle*

### Abstrak

Sampah anorganik seperti plastik merupakan sampah yang sulit terurai dan terus menerus bertambah di lingkungan masyarakat. Dampak sampah anorganik di berbagai daerah di Indonesia cukup besar, seperti aliran sungai terhambat yang dapat menjadi penyebab banjir. Perlu dilakukan pengolahan sampah dengan serius untuk mengurangi dampak buruk sampah tersebut. Maka pada penelitian ini ditampilkan tentang daur ulang sampah plastik menjadi sebuah produk yang lebih bernilai ekonomi yaitu *paving block*. Secara khusus tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan *paving block* berbahan dasar sampah plastik. Penelitian tentang ini telah dilakukan dalam penelitian sebelumnya namun perlu dilakukan peningkatan kekuatan tekan *paving block* tersebut. Metode dalam riset ini dilakukan secara eksperimental yaitu dengan mengoptimalkan proses peleburan plastik dan pengadukan leburan plastik dengan pasir sebagai campuran tambahan menggunakan mixer pada mesin sehingga lebih merata. Hasil penelitian ini menampilkan besar *compressive stress* paving block sebesar 26,93 MPa, nilai ini meningkat sebesar 43% dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Diharapkan dalam penelitian ini dapat menjadi bahan dalam pengembangan *paving block* berbahan dasar sampah plastik untuk dikomersialisasi.

**Kata kunci:** sampah anorganik, plastik, paving block, daur ulang sampah

### 1. Pendahuluan

Pengelolaan sampah di Indonesia perlu ditingkatkan untuk lingkungan yang lebih sehat. Pengelolaan sampah idealnya dilakukan oleh semua pihak di mulai dari personal masyarakat, pihak swasta, sampai dengan pemerintahan suatu negara. Indonesia merupakan salah satu penyumbang sampah plastik terbesar di dunia yang berada pada urutan ke dua, memang hal ini berbanding lurus dengan jumlah penduduk Indonesia yang relatif besar [1]. Berdasarkan data dari asosiasi industri plastik Indonesia (INAPLAS) begitu juga dengan Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton per tahun [2]. Sebagian besar dari sampah plastik ini terbuang ke laut sehingga dapat menjadi sumber pencemaran lingkungan. Kebijakan penggunaan sampah plastik telah dilakukan oleh pihak berwajib seperti plastik kantong belanja yang berbayar, dan tidak menyediakan plastik kantong pada berbagai toko. Akan tetapi pada kenyataannya cukup sulit diterapkan di beberapa hal seperti bungkus suatu produk yang terbuat dari plastik sehingga tumpukan plastik masih saja bertambah. Pengelolaan sampah plastik telah dilakukan di Indonesia namun harus terus menerus dilakukan perbaikan supaya sampah anorganik dapat terkendali dengan maksimal.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk pengolahan sampah seperti konversi plastik sampah menjadi bahan bakar minyak[3], mengubah sampah menjadi sumber tenaga listrik [4], sebagai bahan karbon aktif [5][6], dan lain sebagainya. Pada penelitian ini akan dibahas pembuatan *paving block* berbahan sampah plastik. *Paving block* adalah berupa batu beton yang diperuntukkan untuk pengeras permukaan tanah seperti jalan dan taman. Beberapa peneliti telah berupaya untuk menyajikan sampah plastik sebagai bahan dasar *paving block* [7][8]. Hal ini dilakukan supaya dapat menjadi teori

dalam upaya daur ulang sampah plastik menjadi *paving block*, yang dapat diterapkan oleh masyarakat atau pengusaha-pengusaha kecil bahkan pihak yang berwajib dalam mengelola sampah khususnya sampah plastik. Dalam beberapa penelitian tersebut perlu dilakukan peningkatan nilai *compressive stress* (kekuatan tekan) untuk memperoleh kualitas yang optimal.

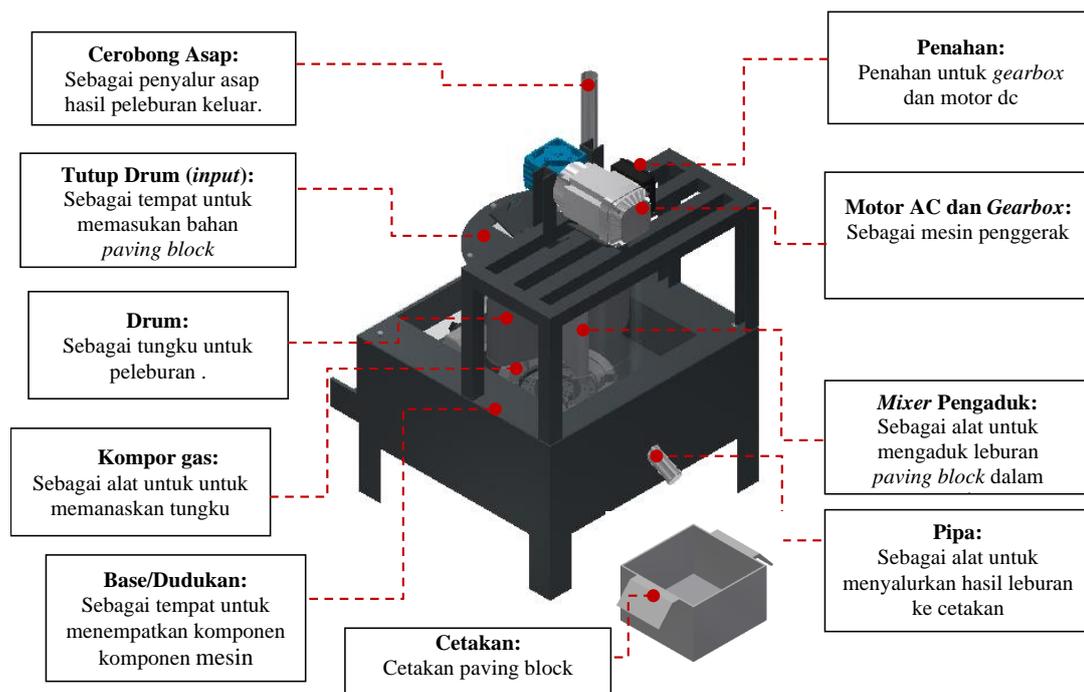
Sebagai tujuan khusus dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui tegangan tekan *paving block* berbahan sampah plastik dimana cacahan sampah plastik tersebut dilebur dan dicampur dengan pasir pada persentasi tertentu lalu diaduk rata dengan mixer pada mesin yang telah dibuat. Dengan adanya peleburan yang maksimal pada plastik dan dicampur dengan pasir pada persentasi tertentu dengan alat mixer pada mesin diharapkan akan diperoleh tegangan tekan yang relative tinggi. Pada akhirnya dengan adanya penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pembuatan mesin pengolahan sampah plastik menjadi *paving block*.

## 2. Material dan metodologi

Untuk mengetahui kekuatan tekan *paving block* dilakukan dengan metode eksperimental. Dalam pelaksanaannya dibuat tahapan yang sistematis yang terdiri dari pembuatan mesin pelebur plastik, persiapan material uji, peleburan sampah plastik, pencampuran leburan plastik dengan pasir, proses pencetakan, dan pengujian dengan alat uji beton.

### 2.1. Rancang bangun mesin pelebur sampah plastik

Perancangan mesin peleburan sampah plastik merupakan optimalisasi dari bentuk rancangan mesin press *paving block* pada penelitian sebelumnya[9]. Penelitian menampilkan mesin press *paving block* berbahan sampah plastik, di mana peleburan plastik dilakukan dalam cetakan dan sekaligus ada proses penekanan dari elemen hidrolik [9,10]. Model mesin seperti ini memiliki kelebihan dalam pemadatan spesimen melalui elemen press, akan tetapi adanya kelemahan dalam proses pencampuran bahan plastik dengan pasir. Sehingga dalam rancangan terbaru dibuat wadah peleburan plastik dan sekaligus tempat pencampuran pasir. wadah peleburan dibuat dalam bentuk drum dan ditengahnya ada elemen mixer yang berputar untuk mengaduk sampah plastik dan pasir supaya lebih merata seperti terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Mesin pembuatan paving block berbahan sampah plastik

Ketika adukan sudah semuanya melebur dan tercampur merata maka material ini dapat dikeluarkan melalui saluran kran dan dituang ke cetakan. Bahan yang sudah masuk ke cetakan didinginkan sampai kembali mengeras. Setelah itu bahan yang sudah mengeras dapat dikeluarkan dari cetakan, material yang dilepaskan dari cetakan inilah yang disebut dengan *paving block* berbahan sampah plastik, dan tentu ada campuran dengan pasir pada persentasi tertentu.

### 2.2. Persiapan material

Adapun material yang dibutuhkan dalam proses pembuatan *paving block* ini adalah plastik dari sampah dan pasir. Plastik dalam pengujian ini mayoritas terdiri dari tipe PP (*Polipropilena*) dan LDPE (*Polietilena Berdensitas Rendah*) yang dapat didaur ulang. Selanjutnya pasir yang digunakan adalah pasir yang sudah diayak untuk ukuran yang merata dan relatif kering seperti terlihat pada Gambar 2.

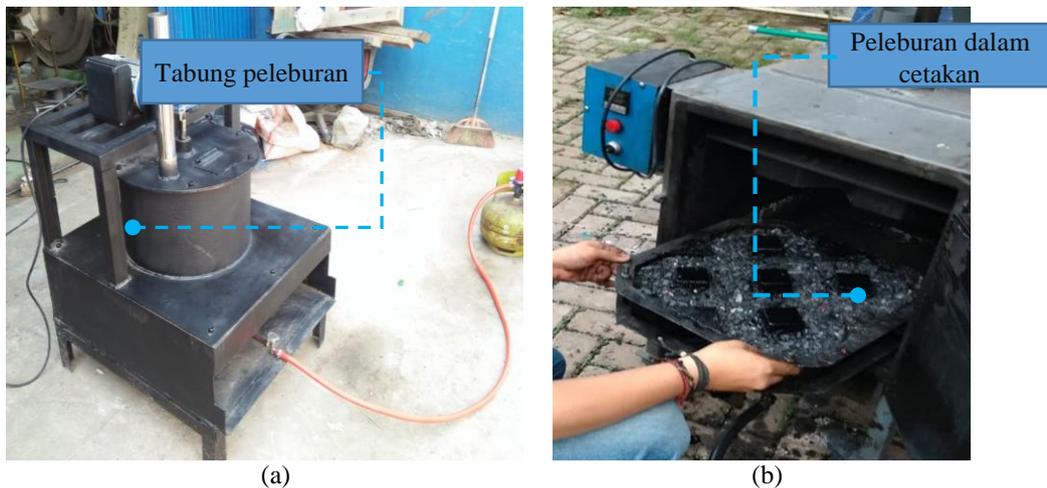


**Gambar 2.** Material (a) sampel plastik; (b) pasir

Spesimen plastik ini merupakan pendekatan untuk campuran semua tipe plastik yang bisa didaur ulang. Begitu juga dengan pasir bahwa bahan ini dipilih dari pasir putih Bangka yang diasumsikan merepresentasikan jenis pasir secara umum.

### 2.3. Peleburan sampah plastik

Peleburan sampah plastik dilakukan dengan memanfaatkan temperatur dari gas tungku untuk memanaskan tabung peleburan dan dalam tabung dibuat mixer pengaduk (Gambar 3a), berbeda dengan mesin pencetak paving block pada versi sebelumnya dalam penelitian yang telah dilakukan (Gambar 3b).



**Gambar 3.** Metode peleburan: (a) peleburan dalam tabung “versi mutakhir”; (b) peleburan dalam cetakan “versi sebelumnya” [9].

Metode peleburan plastik di Gambar 3b yaitu dengan pemanasan langsung ke cetakan dan cacahan plastik dimasukkan dalam cetakan tersebut. Peleburan ini terkadang kurang efektif karena cacahan plastik terkadang tidak melebur merata, sehingga ada ruang yang kerosop atau cacat ruang. Maka pada penelitian ini dibuat peleburan dalam tabung drum kemudian hasil leburan dituang ke cetakan.

### 2.4. Pencampuran leburan plastik dengan pasir

Campuran plastik dan pasir di buat dengan beberapa variasi persentasi. Hal ini dilakukan untuk melihat persentasi campuran yang lebih optimal untuk mendapatkan tegangan tekan yang relative tinggi. Pada Tabel 1 berikut ditampilkan skenario pencampuran cacahan plastik dan pasir.

**Tabel 1.** Skenario pencampuran cacahan plastik dan

Percobaan ke:	Plastik (kg)	Pasir (kg)
1	1,00	0,00
2	0,85	0,15
3	0,75	0,25
4	0,65	0,35
5	0,55	0,45
6	0,45	0,55

Apabila dilihat dari persentasi jumlah pasir dalam setiap kali percobaan, maka pada percobaan ke-1 memiliki persentasi pasir sebesar 0%, percobaan ke-2 sebesar 15%, percobaan ke-3 sebesar 25%, percobaan ke-4 sebesar 35%, percobaan ke-5 sebesar 45%, dan percobaan ke-6 sebesar 55%.

## 2.5. Proses pencetakan

Pencetakan dilakukan setelah peleburan plastik dan pengadukan leburan dan pasir telah sesuai kebutuhan. Kemudian hasil adukan dituang ke cetakan melalui keran pipa dibagian bawah tabung tersebut. Selanjutnya adukan dalam cetakan ditunggu dingin dan kemudian spesimen dilepaskan dari cetakan tersebut seperti pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Proses pelepasan paving block dari cetakan

Dalam riset ini bentuk *paving block* yang dibuat adalah persegi empat untuk memudahkan proses pengambilan barang contoh paving block yang akan diuji.

## 2.6. Pengujian dengan alat uji beton

Hasil cetakan *paving block* pada setiap percobaan dilakukan pengujian dengan alat uji beton, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 5 berikut.



**Gambar 5.** Alat uji tekan untuk beton

## 3. Hasil pengujian tekan *paving block*

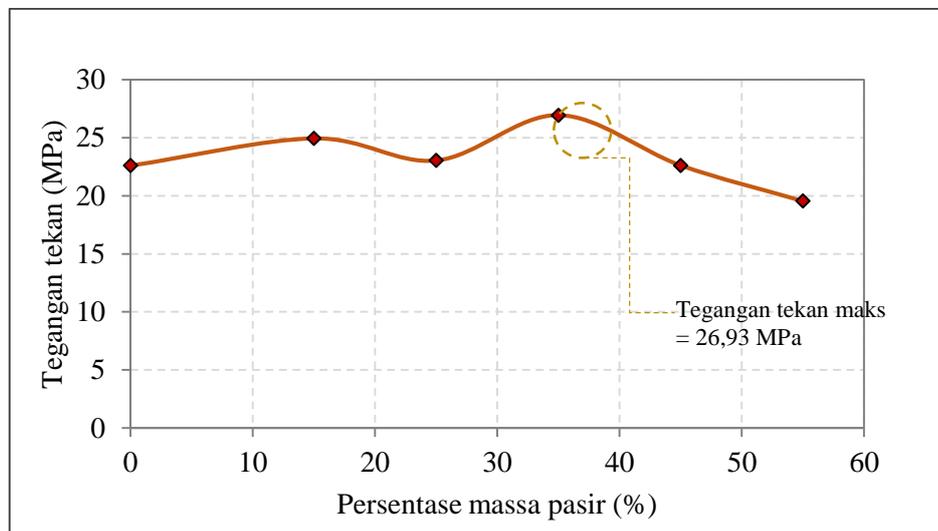
Setiap percobaan dilakukan pengujian tekan di mana ada sebanyak enam percobaan yang dibuat berdasarkan variasi persentasi jumlah pasir. Leburan plastik dikategorikan sebagai pengikat pasir sebagai pengganti semen. Plastik yang digunakan adalah plastik yang dapat didaur ulang dan secara garis besar yang memiliki tanda segitiga bersiklus [11]. Pada penelitian ini ada keterbatasan terhadap tipe bahan yang digunakan bahwa tidak semua tipe plastik yang dapat didaur ulang itu ada dalam material uji. Karena sampel plastik diambil dari pengusaha masyarakat yang khusus penampung plastik sampah, maka hanya ada dua tipe plastik yang mayoritas dalam campuran yaitu plastik tipe PP dan LDPE. Selanjutnya plastik tersebut dicacah kecil kecil sesuai kebutuhan lalu dipanaskan dalam mesin peleburan sampah plastik.

Pada penelitian yang dilakukan bahwa temperature rata-rata dalam peleburan adalah 150°C dan lama pemanasan sekitar 90 menit. Sebagai hasil pengujian tekan paving block dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

**Tabel 2.** Hasil uji tekan *paving block*

Item	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5	Percobaan 6
Foto						
Komposisi pasir	0%	15%	25%	35%	45%	55%
Tegangan tekan (MPa)	22,59	24,93	23,03	26,93	22,61	19,54

Hasil uji tekan dalam Tabel 2 dapat ditampilkan dalam grafik seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa tegangan maksimum diperoleh sebesar 26,93 MPa.

**Gambar 6.** Grafik hasil uji tekan *paving block*.

Terdapat variasi hasil pengujian tegangan tekan pada beberapa persentasi pasir yang digunakan. Pada komposisi pasir 0% diperoleh tegangan tekan sebesar 22,59 MPa, tegangan tekan pada komposisi pasir 15% adalah 24,93 MPa, tegangan tekan pada komposisi pasir 25% adalah 23,03 MPa, tegangan tekan pada komposisi pasir 35% adalah 26,93 MPa, dan tegangan tekan komposisi pasir 45% adalah 22,61 MPa, dan tegangan tekan pada komposisi pasir 55% adalah 19,54 MPa. Hasil tegangan tekan ini tentunya bervariasi karena faktor kepadatan dan kepaduan antara leburan plastik dan pasir tersebut.

Tegangan tekan *paving block* berbahan plastik penuh (0% komposisi pasir) lebih rendah dibandingkan dengan adanya komposisi pasir 15%. Hal ini bisa terjadi karena adanya paduan yang kuat antara leburan plastik dengan pasir, namun pada pengujian ke tiga (25% komposisi pasir) menampilkan besaran tegangan tekan yang menurun, dalam hal ini kemungkinan karena cacahan plastik yang masuk ke tabung peleburan berbeda jenis, atau persentasi jumlah salah satu tipe LDPE dan PP tidak seimbang seperti pada pengujian pertama dan kedua. Selanjutnya pengujian ke-4 yaitu dengan jumlah campuran pasir adalah 35% mendapatkan compressive stress (tegangan tekan) yang meningkat yaitu 26,93 MPa. Tegangan tekan pada pengujian ke-5 (komposisi pasir 45%) menurun menjadi 22,61 MPa, dalam hal ini diperkirakan karena jumlah pasir sudah terlalu banyak sehingga ikatan leburan plastik sebagai pengikat tidak seimbang. Pada pengujian selanjutnya (komposisi pasir 55%) menampilkan tegangan tekan yang menurun cukup drastis, hal ini karena jumlah pasir sudah tidak seimbang sehingga ikatan tidak kuat antara leburan plastik dengan pasir tersebut.

Tegangan tekan maksimum pada pengujian ini adalah 26,93 MPa yang terjadi pada komposisi pasir 35% dan plastik 65%, nilai ini lebih tinggi dari pada penelitian sebelumnya yang menghasilkan compressive stress maksimum sebesar 18,83 MPa[9]. Jika dilihat dari besaran persentasi maka peningkatan kekuatan tekan paving block dengan model peleburan khusus pada tabung drum (yang disajikan dalam riset ini) adalah 43% dari model peleburan dalam cetakan[9]. Berdasarkan Standarisasi Nasional kategori mutu paving block dapat dilihat dari sifat fisika seperti kekuatan tekan (MPa). Adapun kategori tersebut dibagi menjadi 4 yaitu mutu A dengan rata-rata tegangan tekan 40 MPa dan minimal 35 MPa,

mutu B dengan rata-rata tegangan tekan 20 MPa dan minimal 17 MPa, mutu C dengan rata-rata tegangan tekan 15 MPa dan minimal 12,5 MPa, mutu D dengan rata-rata tegangan tekan 10 MPa dan minimal 8,5 MPa [12]. Hasil penelitian yang telah dilakukan ini menunjukkan bahwa tegangan tekan di peroleh sekitar 20 MPa, dengan merujuk pada SNI 03-0691-1996 tentang paving block maka hasil penelitian paving block tersebut masuk ke kategori mutu B. Kedepannya penelitian ini dapat ditindaklanjuti untuk mendapatkan formulasi paving block berbahan dasar sampah plastik yang terstandar dan dapat dikomersialisasi. Sehingga sampah plastik dapat dikelola dengan baik oleh semua pihak untuk mengurangi dampak buruk sampah anorganik yang sulit terurai.

#### 4. Kesimpulan

Maka berdasarkan hasil penelitian dapat dibuat kesimpulan bahwa kekuatan tekan paving block maksimum adalah 26,93 MPa dengan komposisi pasir 35% dan cacahan sampah plastik 65%. Kekuatan tekan (*compressive stress*) ini meningkat sebesar 43% dari kekuatan tekan paving block pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya[9]. Diharapkan mesin peleburan sampah plastik untuk bahan paving block dapat dikembangkan lagi untuk efisiensi peleburan tersebut.

#### Daftar Pustaka

- [1] Purwaningrum, P., 2016, "Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan," Indonesia Journal Urban Enviromental Technology, 8(2): 141.
- [2] Ardhani, A.D., and King, L.I.X., 2020, "Dua Sisi Mata Uang : Kebijakan Publik dan Penanganan Sampah Plastik di Indonesia," Kacamata Driyarkaraya Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas Sanata Dharma Kabinet Solidaritas Aksi, 1–16.
- [3] Wahyudi, J., Prayitno, H.T., and Astuti, A.D., 2018 "Sebagian Besar dari Sampah Plastik Ini Terbuang ke Laut Sehingga Dapat Menjadi Sumber Pencemaran Lingkungan.," Jurnal Litbang, 14(1).
- [4] Monice and Porinov, 2016, "Analisis Potensi Sampah Sebagai Bahan Baku Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) di Pekanbaru," SainETIn, 1(1): 9–16.
- [5] Hendrasarie, N., and Prihantini, R., 2020, "Pemanfaatan Karbon Aktif Sampah Plastik Untuk Menurunkan Besi Dan Mangan Terlarut Pada Air Sumur," Jukung (Jurnal Tek. Lingkungan), 6(2): 136–146.
- [6] Ratnawati, R., Amalia, S., and Sasmita, A., 2019, "Karbon Aktif dari Sampah Plastik Polietilena sebagai Adsorben untuk Pengolahan Air Limbah Laundry," in Seminar Nasional Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan Tropis 2019, (978): 21–22.
- [7] Amran, Y., 2015, "Pemanfaatn Limbah Plastik Untuk Bahan Tambahan Pembuatan Paving Block Sebagai Alternatif Perkerasan Pada Lahan Parkir," Jurnal Rekayasa Sipil, 4(2): 125–129.
- [8] Basuki, B., and Darmanijati, M., 2018, "Pemanfaatan Limbah Plastik Bekas Untuk Bahan Utama Pembuatan Paving Block," JurnalRekayasa Lingkungan., 18(1): 1–7.
- [9] Siregar, R., 2020, "Analisis Compressive Stress pada Paving Block Tipe Grass Berbahan Sampah Plastik," Jurnal Teknik Mesin ITI, 4(2): 52.
- [10] Siregar, R., 2019, "Korelasi Besar Temperatur Pemanasan Cetakan terhadap Kualitas Hasil Press Paving Block Berbahan Dasar Sampah Plastik," FLYWHEEL Jurnal Teknik Mesin Untirta, V(1): 41–45.
- [11] Santhi, D.G.D.D, 2016, "Plastik Sebagai Kemasan Makanan Dan Minuman," Bagian Patologi Klinik FK UNUD, 1–11.
- [12] Badan Standardisasi Nasional, 1996, "Bata Beton (Paving Block) Sni 03-0691-1996."