



Pengaruh Komposisi Limbah Botol Plastik Sebagai Material Paving Block Bermutu Tinggi

James WTP¹, Budiman²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Fakfak

¹jameswtp@gmail.com, ²budiman@polinef.id*

Abstract

Plastic waste is a type of waste that is difficult to decompose by natural processes so other alternatives are needed in its processing such as paving block construction materials. This study aims to determine the effect of the characteristics of plastic bottle waste and determine the compressive strength value of paving blocks. The method used in the study was an experiment in the Civil Engineering Laboratory, Politeknik Negeri Fakfak with a mixture composition of 100% PS, 50 PS: 50% KK, 40% PS: 60% KK with a rectangular paving block design type measuring 20 cm x 10 cm x 8 cm. The results showed that using 50% plastic bottle waste and 50% gravel affected the characteristics and compressive strength value of paving blocks. The compressive strength value of Paving Blocks using 50% PS bottle waste and 50% gravel was higher than the mixture of 100% PS bottle waste and the mixture of 40% PS bottle waste + 60% KK, which were 24.14 MPa, 22.79 MPa, and 21.58 MPa. The mix of 50% plastic bottle waste and 50% gravel showed good performance in the paving quality category, including a mixture of 20% PET and 80% fly ash with a quality of 24.20 MPa for use in pedestrian or parking areas.

Keywords: Plastic Bottle Waste, Paving Block, Compressive Strength Value

Abstrak

Limbah plastik merupakan jenis sampah yang sulit terurai oleh proses alam sehingga dibutuhkan alternative lain dalam pengolahannya seperti bahan konstruksi paving block. Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh karakteristik limbah botol plastik dan menentukan nilai kuat tekan paving block. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu experiment di Laboratorium Teknik Sipil, Politeknik Negeri Fakfak dengan komposisi campuran PS 100%, PS 50 : KK 50%, PS 40% : KK 60% dengan tipe rancangan paving block persegi panjang dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 8 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah botol plastik 50% dan Kerikil 50% berpengaruh terhadap karakteristik dan nilai kuat tekan paving block. Nilai kuat tekan Paving Block dengan menggunakan limbah botol PS 50% dan Kerikil 50% lebih tinggi dibandingkan campuran limbah botol PS 100% dan campuran limbah botol PS 40% + KK 60% yaitu masing-masing diperoleh 24,14 MPa, 22,79 MPa, dan 21,58 MPa. Campuran limbah botol plastik 50% dan kerikil 50% menunjukkan performa baik dalam kategori mutu paving, termasuk pada campuran PET 20% dan abu batu 80% dengan mutu 24,20 MPa untuk penggunaan di area pejalan kaki atau parkir.

Kata kunci: Limbah Botol Plastik, Paving Block, Nilai Kuat Tekan.

Diterima Redaksi : 2024-10-16 | Selesai Revisi : 2024-10-24 | Diterbitkan Online : 2025-08-04

1. Pendahuluan

Budaya membuang sampah sembarangan adalah kebiasaan yang telah terjadi sejak dahulu di kota Fakfak, Papua Barat dan penanganan yang kurang tepat tidak dapat mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan Kota Fakfak yang setiap hari semakin menumpuk. Upaya pemerintah hanya melakukan pengangkutan sampah ke tempat pembuangan akhir tanpa ada pengolahan limbah plastik misalnya hanya dibakar sehingga menambah masalah baru yaitu polusi udara.

Paving block adalah material yang sering juga disebut concrete block dengan beberapa model seperti kotak, persegi panjang dan persegi enam. Paving block biasanya digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau perkerasan permukaan jalan, selain itu dapat digunakan pengerasan dan memperindah trotoar jalan di kota-kota, pengerasan jalan dikomplek perumahan atau kawasan pemukiman, memperindah taman, pekarangan dan halaman rumah, pengerasan area parkir, area perkantoran, pabrik, taman dan halaman sekolah [1].



Menurut [2] bahan baku *paving block* yang pada umumnya, diganti menjadi campuran batu pecah dan limbah plastik. Dalam penelitian [3] pemanfaatan limbah plastik bekas untuk bahan utama pembuatan *paving block*. Hasil penelitian dengan nilai rata-rata kuat tekan 9,79 MPa yang dapat dimasukkan dalam paving block mutu D. Beberapa penelitian lainnya tentang pembuatan paving block dengan memanfaatkan limbah baik dari plastic maupun limbah serat alami [4], [5], [6], [7], [8], [9] dan [10].

Dalam penelitian ini khusus memanfaatkan limbah botol plastik sebagai bahan pembuatan paving block. Pemanfaatan limbah botol plastik ini sebagai pengganti semen untuk mengikat pada campuran kerikil dan memiliki nilai mutu kuat tekan yang baik.

2. Metode Penelitian

2.1 Desain penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium terhadap pengujian karakteristik kerikil seperti analisa saringan, kadar lumpur, kadar air, berat volume, modulus kekasaran. Apabila karakteristik agregat memenuhi standar kemudian dilanjutkan dengan pembuatan sampel dari cetakan persegi panjang ukuran 20 x 10 x 6 cm perawatan paving block pada umur 3, 7 dan 28 hari dan uji tekan dengan MTS STH Compression. Desain sampel penelitian disajikan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Sampel Penelitian

| No. | Sampel Benda Uji Beton | % plastik | % kerikil | Umur Perawatan (hari) |
|-----|------------------------|-----------|-----------|-----------------------|
| 1 | 9 Sampel | 100 | 0 | 3, 7, 28 |
| 2 | 9 Sampel | 50 | 50 | 3, 7, 28 |
| 3 | 9 Sampel | 60 | 40 | 3, 7, 28 |

2.2 Pembuatan Paving Block

a. Tahap pencampuran

Campuran paving block menggunakan variasi komposisi yaitu limbah botol plastic 100%, PS 50% : KK 50%, PS 60% : KK 40%. Metode pencampuran yang digunakan yaitu metode pencampuran sederhana seperti dalam penelitian [11] mencampurkan kerikil kedalam plastik yang sudah leleh kemudian diaduk menggunakan pengaduk besi dalam keadaan masih dipanaskan.

b. Tahap Pencetakan

Cetakan sampel dari plat besi berukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm, kerikil dihamburkan dibagian atas permukaan sampel dalam kondisi panas, kemudian dipres menggunakan alat pres modifikasi selama 5 menit dan didiamkan 15 menit sampai permukaan mengeras, proses pengeringan direndam dengan air pada wadah agar permukaan *paving block* mengeras [12].

2.3 Pengujian Paving Block

Pengujian kuat tekan beton menggunakan mesin

DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v6i2.1008>

otomatis MTS STH compression. Uji kuat tekan dilakukan pada paving block dengan umur 3 hari, 7 hari, dan 28 hari.

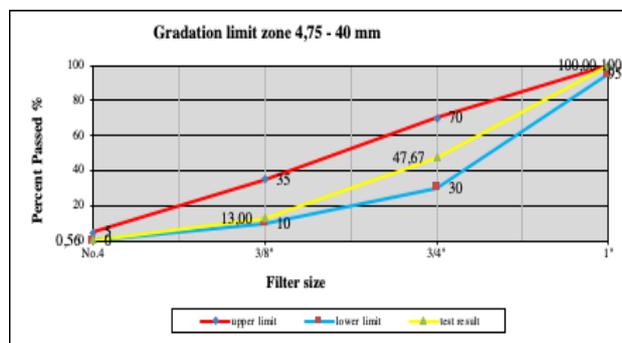
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian karakteristik agregat kasar (kerikil) seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Kerikil

| No | Karakteristik Agregat | Interval | Hasil Pengujian | Keterangan |
|----|-----------------------|--------------------|-----------------|------------|
| 1. | Kadar lumpur | Maks. 1% | 0.27% | Memenuhi |
| 2. | Kadar air | 0.5 - 2% | 0.50% | Memenuhi |
| 3. | Berat volume | 1.4 - 1.9 kg/liter | 1.61 | Memenuhi |
| 4. | Absorpsi | 0.2 – 2% | 2.04% | Memenuhi |
| 5. | Berat jenis spesifik | | | |
| | Bj. dasar kering | 1.6 – 3.3 | 2.45 | Memenuhi |
| | Bj. Kering permukaan | 1.6 - 3.3 | 2.57 | Memenuhi |
| 6. | Modulus Kekasaran | 5.5 - 8.5 | 6.74 | Memenuhi |

Berdasarkan Tabel 2 pada pengujian karakteristik agregat kasar diperoleh nilai kadar lumpur diperoleh 0.27% memenuhi syarat dan layak digunakan untuk campuran beton. Menurut [13] kerikil tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%. Nilai modulus kekasaran masuk zona 4,75 – 40 mm. Grafik hasil pengujian gradasi butiran agregat kasar seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Gradasi Agregat Kasar (Kerikil)

Untuk mengetahui kekuatan mutu paving block dilakukan pencampuran sederhana dengan komposisi material 100% limbah botol plastik, 50% limbah botol plastik dicampur 50% kerikil dan 40% limbah botol plastik dicampur kerikil 60%. Pembuatan sampel paving block model persegi panjang, dilakukan perawatan hingga 28 hari, kemudian dilakukan uji tekan dengan mesin MTS STH Compression pada Tabel 3 sedangkan nilai kuat tekan berdasarkan [14] seperti Tabel 4.

Tabel 3. Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Paving Block

| No. | Campuran Paving block | Kuat Tekan Terbaca (kN) | Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm ²) |
|-----|-------------------------------------|-------------------------|--|
| 01 | | 116,558 | |
| 02 | Plastik (PS) 100% | 116,231 | 232,40 |
| 03 | | 115,772 | |
| 04 | | 122,455 | |
| 05 | Plastik (PS) 50% + Kerikil (KK) 50% | 122,933 | 246,18 |
| 06 | | 123,822 | |
| 07 | Plastik (PS) 40% + Kerikil (KK) 60% | 110,427 | 220,08 |
| 08 | | 110,356 | |
| 09 | | 109,223 | |

Berdasarkan hasil pengujian nilai tekan paving block dengan menggunakan MTS STH Compression diperoleh nilai kuat tekan rata-rata pada campuran PS 100% sebesar 232,40 kg/cm², campuran PS 50% + KK 50% diperoleh 246,18 kg/cm², campuran PS 40% + KK 60% diperoleh 220,08 kg/cm². Nilai kuat tekan tersebut menunjukkan bahwa paving block dari campuran botol plastik 50% dan kerikil 50% memiliki nilai kuat tekan tertinggi. Peningkatan ini disebabkan adanya penambahan kerikil. Namun jika dibandingkan dengan komposisi botol plastik 40% dan kerikil 60% memiliki nilai kuat tekan menurun. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambah kerikil yang digunakan maka nilai kuat tekan semakin menurun. Penurunan nilai kuat tekan disebabkan karena komposisi plastik berkurang sehingga daya ikat plastik terhadap kerikil tidak maksimal, dimana plastik tersebut berfungsi sebagai pengganti semen untuk mengikat pada kerikil.

Tabel 4. Nilai Kuat Tekan Campuran Paving Block Berdasarkan [14]

| No. | Campuran Paving block | Kuat Tekan Rata-Rata (MPa) | Mutu SNI 03-0691-1996 |
|-----|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 01 | Plastik (PS) 100% | 22,79 | B |
| 04 | Plastik (PS) 50% + Kerikil (KK) 50% | 24,14 | B |
| 07 | Plastik (PS) 40% + Kerikil (KK) 60% | 21,58 | B |

Berdasarkan Tabel 4 nilai kuat tekan paving block dengan campuran PS 100%, PS 50% : KK 50%, PS 40% : KK 60% memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 22,79 MPa, 24,14 MPa dan 21,58 MPa.

Nilai kuat tekan paving block dengan campuran PS 100%, PS 50% : KK 50%, PS 40% : KK 60% menunjukkan bahwa penggunaan plastik 50% dan Kerikil 50% mempengaruhi nilai kuat tekan pada Paving Block. Nilai kuat tekan paving block dengan menggunakan PS 50% dan Kerikil 50% lebih tinggi dibandingkan menggunakan PS 100% namun jika campuran PS 40% dan kerikil 60% justru menurun.

Penurunan nilai kuat tekan disebabkan karena volume kerikil lebih besar dibanding volume plastik sehingga lekatan kurang maksimal.

Semakin tinggi persentase penggunaan kerikil pada paving block, maka nilai kuat tekan semakin menurun. Nilai kuat tekan pada campuran PS 100% sebesar 232,40 kg/cm² (22,79 MPa), campuran PS 50% + KK 50% diperoleh 246,18 kg/cm² (24,14 MPa) campuran PS 40% + KK 60% diperoleh 220,08 kg/cm² (21,58 MPa) Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa paving block dari campuran plastik 50% dan Kerikil 50% memiliki nilai kuat tekan tertinggi sebesar 24,14 MPa masuk kategori B berdasarkan [14] yaitu dapat digunakan untuk pejalan kaki.

Menurut [15] dalam penelitiannya tentang pemanfaatan limbah plastik untuk pembuatan paving block bahwa komposisi campuran paving block yang berbanding 50% plastik, dan 50% kerikil memiliki nilai kuat tekan tertinggi sebesar 50,97 MPa masuk kategori A berdasarkan SNI [14] yaitu dapat digunakan untuk jalan.

Dari hasil ini disimpulkan bahwa komposisi campuran limbah botol plastik 50% dan Kerikil 50% direkomendasikan untuk pembuatan paving block. Selain itu satu buah paving block dapat mengurangi limbah plastik sebanyak 5 kg sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan serta dapat menjadi peluang usaha paving block bagi masyarakat di Kabupaten Fakfak dengan model persegi panjang.

Sebagai pembanding penggunaan limbah plastik untuk bahan material campuran paving block dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. State of the Art

| Penulis | Hasil Penelitian |
|---|---|
| WTP, James, dan Budiman | Paving block dengan campuran limbah botol plastik 50% dan Kerikil 50% memiliki mutu 24,14 MPa. |
| Karisma, Dwifi Aprillia, Fauzie Nursandah, and Fitry Rahmawaty [16] | Campuran dengan rasio PET 20% dan abu batu 80% mencapai paving kategori B dengan kuat tekan 24,20 MPa. |
| Astanto, Mireikel Marvel, Steve WM Supit, dan Jeanelly Rangkang. [17] | Komposisi sampah plastik 5% mencapai kuat tekan tertinggi pada 28 hari yaitu 13,04 Mpa. |
| Riyandini, Vina Lestari, Hendri Sawir, dan Syukri Ilham [18] | Paving block terbaik dengan komposisi campuran 1 kg (plastik): 1 kg (fly ash) yang memiliki nilai kuat tekan yang hampir memenuhi standar SNI 03-0691-1996, yaitu 8,30 MPa. |

Dari hasil penelitian, campuran limbah botol plastik dengan bahan lain menghasilkan variasi kuat tekan pada paving block:

1. Campuran limbah botol plastik 50% dan kerikil 50% menghasilkan kuat tekan 24,14 MPa, yang menunjukkan performa baik dalam kategori mutu paving.
2. Campuran PET 20% dan abu batu 80% mencapai mutu B dengan kuat tekan 24,20 MPa, sedikit lebih tinggi dari campuran limbah botol plastik dan kerikil, yang berfungsi untuk penggunaan di area pejalan kaki atau parkir.
3. Komposisi sampah plastik 5% menghasilkan kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari, yaitu 13,04 MPa, namun masih lebih rendah dibandingkan komposisi yang lebih tinggi dalam limbah plastik.
4. Campuran 1 kg plastik dengan 1 kg fly ash menghasilkan kuat tekan 8,30 MPa, yang hampir memenuhi standar SNI 03-0691-1996, meskipun lebih rendah dibanding campuran lainnya.

Sebagai bentuk rekomendasi penggunaan campuran limbah botol plastik atau jenis PET sebagai berikut:

1. Penggunaan campuran PET 20% dan abu batu 80% dapat dijadikan pilihan utama dalam pengembangan paving block, karena menghasilkan kuat tekan tertinggi (24,20 MPa) dan masuk kategori B, sehingga cocok untuk aplikasi struktural yang lebih berat.
2. Campuran limbah botol plastik 50% dan kerikil 50% juga layak dipertimbangkan, karena hasil kuat tekannya hampir setara dengan campuran PET dan abu batu, serta dapat menjadi solusi bagi pengelolaan limbah plastik.
3. Komposisi sampah plastik di bawah 10% sebaiknya dihindari, karena kuat tekannya jauh lebih rendah dari campuran lain dan tidak efisien untuk digunakan dalam konstruksi.
4. Penggunaan fly ash sebagai pengganti sebagian agregat dapat diteliti lebih lanjut, meskipun kuat tekannya lebih rendah, namun bisa menjadi pilihan untuk paving block dengan kebutuhan kekuatan sedang dan sekaligus memanfaatkan limbah fly ash.

Secara keseluruhan, fokus pada rasio campuran yang seimbang antara limbah plastik dan bahan lain seperti abu batu atau kerikil penting untuk mendapatkan mutu paving block yang optimal. Pemanfaatan limbah plastik dalam pembuatan paving block menawarkan beberapa keuntungan:

- a. Keuntungan Mekanik dan Lingkungan: Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah plastik dapat meningkatkan beberapa sifat mekanik paving block, seperti kuat tekan dan kuat lentur [19]. Selain itu, penggunaan limbah plastik juga

mengurangi kebutuhan agregat alami dan mengurangi jumlah sampah plastik di TPA [20].

- b. Penghematan Biaya: Limbah plastik umumnya lebih murah daripada agregat alami, sehingga dapat mengurangi biaya produksi paving block [21].
- c. Bobot yang Lebih Ringan: Paving block yang terbuat dari limbah plastik cenderung lebih ringan daripada paving block konvensional, sehingga lebih mudah dalam pengangkutan dan pemasangan [19].

Meskipun memiliki banyak keuntungan, terdapat beberapa tantangan dalam penggunaan limbah plastik untuk paving block:

- a. Variabilitas Kualitas: Kualitas limbah plastik dapat bervariasi tergantung pada jenis dan cara pengolahannya. Hal ini dapat memengaruhi kualitas dan konsistensi paving block yang dihasilkan.
- b. Ketersediaan: Ketersediaan limbah plastik yang cukup dan konsisten dapat menjadi kendala dalam produksi skala besar.
- c. Persepsi Pasar: Penerimaan pasar terhadap paving block dari limbah plastik masih perlu ditingkatkan.

4. Kesimpulan

Penggunaan campuran limbah botol plastik 50% dan Kerikil 50% mempengaruhi nilai kuat tekan pada paving block. Nilai kuat tekan Paving Block dengan menggunakan PS 50% dan Kerikil 50% lebih tinggi dibandingkan campuran PS 100% dan campuran PS 40% + KK 60% yaitu masing-masing diperoleh 24,14 MPa, 22,79 MPa, dan 21,58 MPa. Campuran limbah botol plastik 50% dan kerikil 50% menunjukkan performa baik dalam kategori mutu paving, termasuk pada campuran PET 20% dan abu batu 80% dengan mutu 24,20 MPa untuk penggunaan di area pejalan kaki atau parkir.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Pimpinan Politeknik Negeri Fakfak selaku pemberi bantuan dana rutin dan begitu pula terhadap Ketua Jurusan Teknik Sipil yang sudah memfasilitasi sarana laboratorium dalam penelitian ini.

Daftar Rujukan

- [1] Artiani, G.P. Bahan konstruksi ramah lingkungan dengan pemanfaatan limbah botol plastik kemasan air mineral dan limbah kulit kerang hijau sebagai campuran paving block. *Jurnal Konstruksia*, 9. 2: 25-30. 2018.
- [2] Murdiyoto, A.R., Pemanfaatan limbah botol plastik jenis PET (poly-ethylene terephalate) untuk agregat kasar pembuatan paving block. *TESIS MAGISTER*, Program Studi Ilmu Material, Universitas Indonesia, Juli 2011.
- [3] Burhanuddin dkk. Pemanfaatan Limbah Plastik Bekas Untuk Bahan Utama Pembuatan *Paving Block*. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 18.1. 2018.
- [4] Bakhtiar, A. Studi peningkatan mutu paving-block dengan penambahan abu sekam padi. *Jurnal Portal*, 1. 2: 73-80. 2009.

- [5] Sherliana, Studi kuat tekan paving block dengan campuran tanah, semen dan abu sekam padi menggunakan alat pematat modifikasi. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 4. 1: 99-112. 2016.
- [6] Sudibyo, G.H, Haryanto, Y, Fatkhurrozak, F. Abu terbang (fly ash) sebagai bahan tambah untuk meningkatkan kuat tekan bata beton (paving block), *Dinamika Rekayasa*, 4. 2: 65-76. 2008.
- [7] Anggodo, A. Pengaruh penggunaan abu batu bara (fly ash) terhadap kuat tekan paving block. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, Vol. 4, No.1. 2014.
- [8] Luthfizar, G.Y, Puji, F.S, dan Akbari, T. Pemanfaatan limbah pasir silika sebagai bahan pengganti pasir untuk pembuatan paving block. *JURNALIS*, Vol. 2, No.1, Februari 2019.
- [9] Adilah, F. Pengaruh campuran silica fume sebagai pengganti sebagian semen dalam pembuatan paving block dengan metode tekanan. *SKRIPSI-S1. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta*. 2020.
- [10] Harijanto, F.D, Kasiati, E, Wibowo, B, Arifin, S. Penambahan abu ampas tebu dan limbah boma bisma indra untuk pembuatan paving block. *Jurnal Aplikasi*, Vol.12, No.1, Februari 2014.
- [11] Widodo, s., marleni, n. N., & firdaus, n. A. Pelatihan pembuatan paving block dan eco-bricks dari limbah sampah plastik di kampung tulung kota magelang. *Community empowerment* vol.3 no.2. pp.63-66. 2018.
- [12] Rhoma, F. Pembuatan *Paving Block* Berbahan Dasar Limbah Plastik Polyethylene, Bottom Ash Hasil Isenerasi Dan Bahan Tambahan Pasir. Skripsi. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang. 2020.
- [13] Mulyono, T. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi Offset. 2005.
- [14] SNI 03-0691-1996, *Paving Blok*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia. 1996
- [15] Sudarno, Nicolaas S, Assa V. Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Pembuatan *Paving Block*. *Jurnal Teknik Sipil Terapan (JTST)*, 3 (2), 101-110. 2021.
- [16] Karisma, Dwifi Aprillia, Fauzie Nursandah, and Fitry Rahmawaty. "Utilization of plastic bottle waste as material for making sustainable cement-less aesthetic paving blocks." *INERSIA Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur* 19.2: 261-270. 2023.
- [17] Astanto, Mireikel Marvel, Steve WM Supit, and Jeanelly Rangkang. "Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Paving Block Berpori Menggunakan Limbah Botol Plastik Tipe Polyethylene Terephthalate." *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*. Vol. 8. No. 1. 2022.
- [18] Riyandini, Vina Lestari, Hendri Sawir, and Syukri Ilham. "Daur Ulang Limbah Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) dan Abu Terbang (Fly Ash) Menjadi Paving Block." *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology* 5.1: 37-41. 2024.
- [19] Cahyani, Risti Indah, et al. "Paving Block Quality With Several Types of Plastic Waste on Compressive Strength." *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 1.12. 2023.
- [20] Hamid, Nor Baizura, et al. "Development of paving blocks using waste materials." *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng* 8: 1329-1335. 2019.
- [21] Arnandha, Y., A. Rakhmawati, and H. H. Ali. "Study of Utilizations of Recycled LDPE Plastic and Stone Ash Waste from Remaining Split Stone Fragments for Block Paving Application." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1625. No. 1. IOP Publishing, 2020.