

## Penghasilan Eco Brick Bagi Kegunaan Landskap

Azimah Binti Ismail<sup>1\*</sup>, Siti Nurul A'in Fatimah Binti Mohd Zamri<sup>2</sup>, Syaiful Nizam Bin Ab Rahim<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Sultan Abdul Halim Muadzam Shah (POLIMAS),  
06000, Jitra, Kedah, Malaysia

\*Main Corresponding author: <sup>1</sup>azimah.ismail@polimas.edu.my

\*<sup>3</sup>rd Corresponding author: <sup>3</sup>syiaifuln@polimas.edu.my

---

### Abstrak :

Inovasi ini mengkaji potensi penggunaan plastik jenis High-Density Polyethylene (HDPE) dan Polyethylene Terephthalate (PET) sebagai bahan pengganti pasir dalam pembuatan batu bata pasir. Dalam kajian ini, campuran HDPE dan PET dileburkan serta dituangkan ke dalam acuan bersaiz 300 mm × 80 mm × 150 mm bagi menghasilkan sampel ecobrick. Semua sampel kemudiannya melalui proses rendaman selama sekurang-kurangnya 30 hari sebagai tempoh pengawetan standard. Tiga komposisi bahan diuji, iaitu 5% HDPE + 95% PET kitar semula, 3% HDPE + 97% PET kitar semula, serta 100% PET kitar semula sebagai sampel kawalan. Beberapa siri ujian dijalankan, termasuk ujian penyerapan air, ujian kekuatan mampatan dan ujian Melt Flow Index (MFI) bagi menilai ciri ketahanan serta kebolehprosesan bahan. Hasil kajian menunjukkan bahawa campuran 5% HDPE + 95% PET kitar semula memberikan kekuatan mampatan tertinggi berbanding sampel kawalan, dengan kekuatan purata 1.29 Pa berbanding 1.11 Pa bagi ecobrick 100% PET. Dari segi ketumpatan, komposisi ini turut mencapai nilai optimum iaitu purata 102.2 gram, menjadikannya paling sesuai untuk aplikasi struktur ringan. Ujian MFI turut membuktikan bahawa campuran tersebut mempunyai kadar aliran lebur terbaik, menandakan bahan lebih mudah dibentuk ketika pemrosesan haba. Secara keseluruhan, dapatan menunjukkan bahawa ecobrick berasaskan 5% HDPE + 95% PET kitar semula berpotensi menggantikan batu bata pasir konvensional, khususnya dalam aplikasi hiasan landskap dan struktur bukan beban.

---

**Kata kunci :** *Ecobrick, Plastik kitar semula (HDPE dan PET), Kekuatan mampatan, MFI*

---

### 1.0 Pengenalan

Plastik kini menjadi antara penyumbang terbesar kepada pencemaran alam sekitar, sama ada di daratan mahupun di lautan. Meskipun kebergantungan terhadap bahan ini tinggi dalam kehidupan moden, ramai tidak menyedari bahawa plastik merupakan “musuh senyap” yang mengancam kesihatan manusia serta ekosistem, malah mampu membawa kepada kesan kematian secara tidak langsung. Walaupun bahaya pencemaran plastik telah diketahui sejak awal pengkomersialannya, pengeluarannya tetap meningkat setiap tahun disebabkan permintaan pengguna yang tidak pernah surut. Malaysia berada pada kedudukan kedua tertinggi di Asia dalam kategori pencemaran plastik, dengan purata penggunaan hampir 17 kilogram plastik setiap individu setahun. Laporan Tabung Alam Sedunia (WWF) pada tahun 2020 turut mendedahkan bahawa penggunaan bungkusan plastik makanan di Malaysia sahaja dianggarkan mencecah 148,000 metrik tan, memperlihatkan tahap kebergantungan negara terhadap plastik sekali guna. Dalam beberapa dekad kebelakangan ini, pencemaran alam sekitar semakin ketara dan memberi implikasi langsung kepada kehidupan manusia, kesejahteraan sosial serta pembangunan

ekonomi. Plastik, yang menjadi sebahagian daripada rutin harian, kini berubah menjadi ancaman apabila dibuang secara tidak terkawal (Adiyanto O., 2023). Pencemaran plastik membawa pelbagai kesan negatif seperti kerosakan habitat, gangguan kepada rantai makanan, pencemaran sumber air, dan peningkatan risiko kesihatan akibat bahan kimia toksik. Jika isu ini tidak ditangani dengan segera melalui pengurusan sisa yang berkesan, kesedaran masyarakat dan amalan mesra alam, ia berpotensi menimbulkan krisis alam sekitar yang lebih serius pada masa hadapan (Bagas, I. A., 2024).



**Rajah 1** : Sisa Botol Plastik



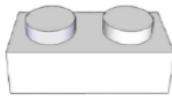

Penggunaan plastik, khususnya botol plastik sekali guna, semakin membimbangkan kerana memberi impak besar terhadap kelestarian alam sekitar. Botol plastik mengambil masa ratusan tahun untuk terurai sepenuhnya, menjadikannya antara penyumbang utama kepada masalah sisa pepejal yang semakin kritikal. Walaupun kebanyakannya direka untuk penggunaan singkat, permintaan terhadap botol plastik terus meningkat saban tahun akibat gaya hidup moden yang mementingkan kemudahan. Kesan peningkatan ini jelas kelihatan melalui pembuangan botol plastik secara tidak terkawal di kawasan perumahan, tepi jalan, institusi pengajian dan pelbagai ruang awam lain, sekali gus menunjukkan tahap kesedaran masyarakat yang masih rendah terhadap pengurusan sisa. Secara asasnya, plastik merupakan bahan sintetik yang diperbuat daripada polimer, iaitu rangkaian molekul besar yang terdiri daripada unit berulang dipanggil monomer (Dwi Ariyani, N. W., 2021). Struktur ini membolehkan plastik dibentuk dalam pelbagai rupa dan fungsi, menjadikannya salah satu bahan paling serba guna dalam industri moden. Sumber utama penghasilan plastik ialah petrokimia, khususnya minyak mentah dan gas asli, melalui proses polimerisasi. Meskipun demikian, perkembangan teknologi telah membuka ruang kepada penghasilan plastik daripada sumber boleh diperbaharui seperti biomas atau bahan berasaskan tumbuhan, yang menawarkan alternatif lebih mesra alam. Isu pembuangan botol plastik yang kritikal mesti ditangani segera kerana ia mencemar ekosistem, mengancam kesihatan manusia dan menjejaskan biodiversiti global. Objektif adalah menghasilkan *Ecobrick* menggunakan

sisa botol plastik PET serta mengkaji sifat mekanikal, terma, dan persekitaran terhadap alam sekitar *Ecobrick* yang dihasilkan daripada sisa botol plastik PET.

## 2.0 Kajian Literatur

Beberapa teori yang berkaitan akan diterangkan secara terperinci, termasuk jenis bahan, reka bentuk, proses penghasilan, serta kelebihan dan kekurangan penggunaan *Ecobrick*.

**Jadual 1 : Perbandingan Kriteria Sedia Ada**

Polyethylene terephthalate (PET) dan tanah liat	Plastik dan pasir	Plastik dan kerikil	Air, Simen, Agregat, Pasir, Sisa plastik (PET)	Minyak terpakai, plastik dan pasir	<b>Bahan utama</b>
J.O. Akinyele	Dwi Ariyani	Isaak Aldo Riski Bagas	Norfateha Ayu Ahmad Sapuan	Ray Bagja Muharam	<b>Penulis</b>
					<b>Reka bentuk</b>
Batu bata PET dan tanah liat	botol plastik eco-bricks	blok turapan (plastik & kerikil)	Inovasi Bata daripada Sisa Plastik	Bata plastik minyak terpakai	<b>Produk</b>
Tanah liat dicampur dengan plastik dan air, dimasukkan ke dalam acuan, dimampatkan, lalu dikeringkan sebelum dibakar dalam tanur.	Kumpulkan dan pisahkan sampah plastik, pilih botol seragam, padatkan plastik dengan tongkat kayu, dan pastikan bobot eco-brick mencukupi: 1500 ml minimal 500gram, 600 ml minimal 200 gram.	Plastik PET dikeringkan, dibakar hingga cair, dan dihancurkan menjadi serbuk untuk campuran blok turapan bersama kerikil.	Campuran konkrit bata kawalan dan bata Eko menggunakan nisbah 1:2:4 (simen: pasir: agregat kasar). Plastik ditambah 15% daripada 0.67 kg jisim simen untuk bata Eko.	Panaskan minyak terpakai hingga mendidih, kemudian masukkan plastik sedikit demi sedikit sehingga cair. Setelah plastik cair, masukkan pasir yang telah digaul dan kacau hingga sebati. Bentuk doh mengikut corak yang diinginkan dan tekan selama 2 minut.	<b>Proses</b>

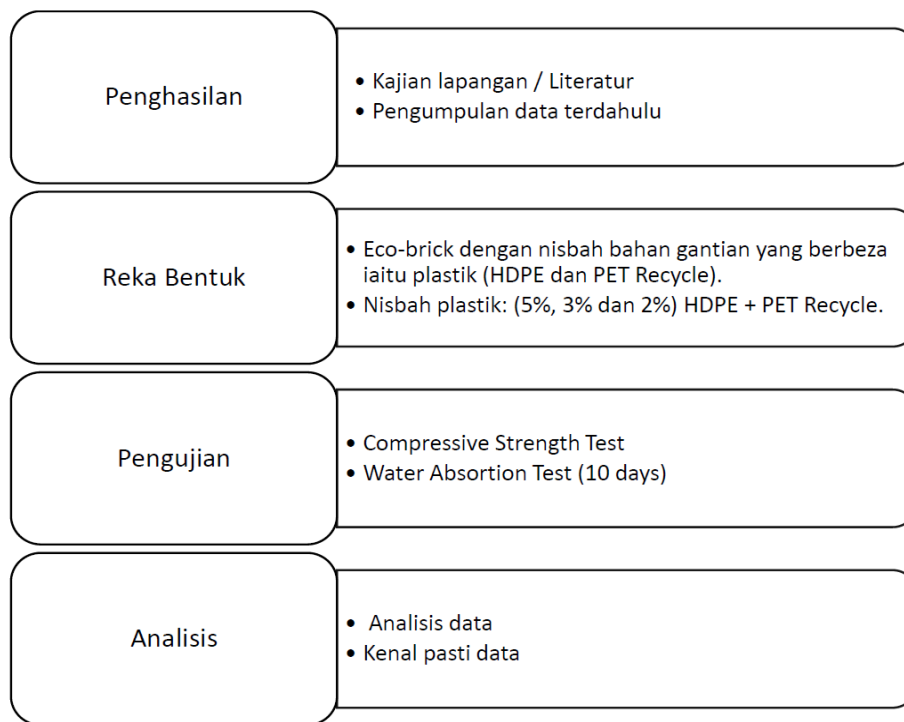
Berpandukan jadual 1 di atas, dapat dirumuskan bahawa pelbagai inovasi pembuatan bata dan blok binaan berasaskan sisa plastik telah dibangunkan dengan menggunakan kombinasi bahan mentah yang berbeza seperti PET, tanah liat, pasir, kerikil dan minyak terpakai. Walaupun setiap kajian mempunyai pendekatan tersendiri, keseluruhannya menunjukkan orientasi yang sama, iaitu memanfaatkan plastik buangan sebagai bahan pembinaan alternatif yang lebih lestari (J.O. Akinyele, U. I., 2020). Dari sudut bahan utama, penggunaan PET dan plastik campuran menjadi tumpuan kerana sifatnya yang boleh dicairkan atau dipadatkan untuk membentuk struktur baharu. Setiap penyelidik mempersembahkan reka bentuk dan produk berbeza, antaranya bata PET-tanah liat, eco-bricks dalam botol, blok turapan plastik-kerikil, bata konkrit campuran sisa plastik, dan bata plastik minyak terpakai. Reka bentuk tersebut memperlihatkan kepelbagaian fungsi—daripada penggunaan sebagai bata struktur asas sehingga komponen turapan.

Dari aspek proses, terdapat dua pendekatan utama iaitu pendekatan pemanasan dan pencairan plastik, seperti dalam kajian blok turapan serta bata plastik minyak terpakai, yang melibatkan proses mencairkan plastik sebelum dicampurkan dengan bahan lain seperti kerikil atau pasir. Manakala pendekatan pemadatan tanpa pencairan, seperti eco-bricks, yang menggunakan botol sebagai bekas utama dan memadatkan plastik secara mekanikal. Sementara itu, gabungan plastik dengan tanah liat dan konkrit pula memerlukan proses pencampuran, pemadatan, pengeringan, serta pembakaran atau pengerasan untuk memperoleh kekuatan struktur optimum. Secara keseluruhan, jadual 1 menunjukkan bahawa penggunaan sisa plastik dalam industri pembinaan bukan sahaja berpotensi mengurangkan pencemaran, tetapi juga mampu menghasilkan bahan binaan yang praktikal, tahan lama dan sesuai bagi pelbagai aplikasi. Setiap inovasi yang dibentangkan memperlihatkan kaedah unik untuk memaksimumkan kitar semula plastik, sekali gus menyumbang kepada pembangunan teknologi hijau dalam sektor pembinaan (Izzuddin, M. *et.al.*, 2025).

Kajian oleh Magudeaswaran, H. (2018) menunjukkan bahawa variasi kepekatan sisa plastik dalam campuran konkrit memberikan kesan langsung terhadap kekuatan mampatan bata. Peratusan plastik yang terlalu tinggi atau terlalu rendah mengganggu lekatan antara bahan, lalu menghasilkan rongga dalam struktur bata. Kehadiran rongga ini menurunkan daya tahan terhadap tekanan dan menjadikan bata kurang sesuai untuk kegunaan berstruktur. Oleh itu, penentuan nisbah plastik yang optimum amat penting bagi memastikan bata memiliki kekuatan yang stabil, kukuh dan sesuai untuk aplikasi pembinaan yang memerlukan prestasi mekanikal tinggi (Bagas, I. A., 2024).

### 3.0 Metodologi Kajian

Metodologi kajian eksperimental melibatkan penentuan masalah, pembinaan prototaip, penetapan pembolehubah, pelaksanaan ujian prestasi, pengumpulan data, analisis perbandingan, serta penilaian keberkesanan inovasi (M Z Mahadzir, *et.al*, 2019). Proses ini diakhiri dengan penambahbaikan reka bentuk berdasarkan dapatan bagi memastikan inovasi kejuruteraan mekanikal mencapai prestasi optimum.

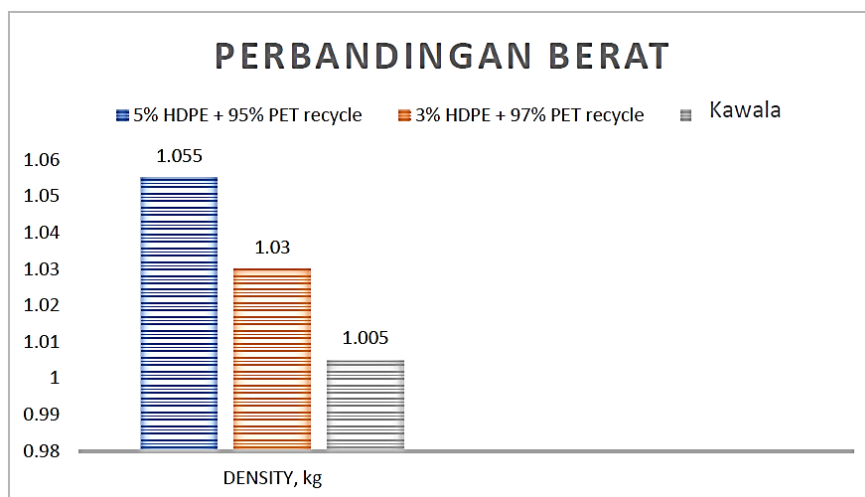


**Rajah 3 : Teknik Penghasilan Inovasi**

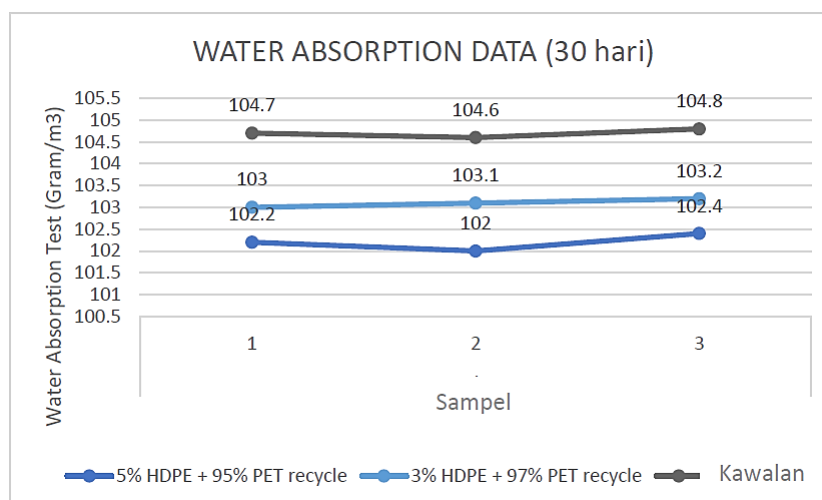
Ringkasan di rajah 3 menghimpunkan keseluruhan aliran kerja pembangunan eco-brick berasaskan bahan gantian plastik kitar semula secara teratur dan sistematik. Fasa penghasilan bermula melalui kajian lapangan dan tinjauan literatur bagi memahami isu, teknik, serta dapatan penyelidikan terdahulu berkaitan penggunaan plastik sebagai bahan binaan alternatif. Maklumat ini menjadi asas penting dalam merangka reka bentuk eco-brick yang menggunakan variasi nisbah bahan gantian plastik, khususnya HDPE dan PET kitar semula pada kadar 5%, 3% dan 2%. Pemilihan nisbah ini bertujuan menilai kesan peratusan plastik terhadap sifat mekanikal dan fizikal bata. Seterusnya, fasa pengujian dijalankan melalui dua ujian utama: ujian kekuatan mampatan bagi menentukan daya tahan struktur eco-brick, serta ujian penyerapan air selama sepuluh hari untuk menilai kestabilan dan keupayaan bahan menahan lembapan. Akhirnya, semua data dianalisis secara terperinci bagi mengenal pasti kecenderungan, pola prestasi, serta keupayaan optimum eco-brick berdasarkan variasi nisbah plastik (Manisha, 2017). Analisis ini membolehkan penentuan formulasi terbaik yang memenuhi piawaian kekuatan dan ketahanan bagi aplikasi pembinaan lestari.

#### 4.0 Analisis Data dan Keputusan

Kajian ini menumpukan kepada pengenalpastian serta perbandingan ciri ecobrick berdasarkan nisbah optimum bahan gantikan HDPE dan PET kitar semula. Ujian Compressive Test menilai kekuatan mampatan ecobrick berbanding bata standard, manakala Water Absorption Test menentukan kadar penyerapan air yang penting bagi menilai ketahanan terhadap kelembapan. Ujian Melt Flow Index (MFI) pula menyediakan maklumat tentang aliran lebur bahan mentah, sekali gus membantu memahami sifat pemprosesan plastik kitar semula. Melalui analisis menyeluruh terhadap keputusan setiap ujian, kajian ini mengenal pasti prestasi ecobrick dan menentukan nisbah HDPE–PET paling sesuai untuk penghasilan ecobrick yang lebih mampan dan tahan lama. Rajah 4 menunjukkan graf perbandingan berat yang terlibat dalam ujikaji yang dijalankan.

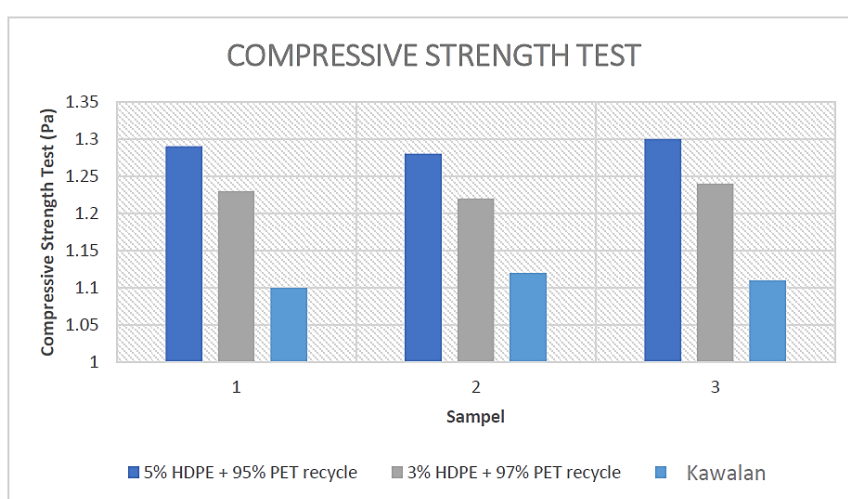


Rajah 4 : Perbandingan Berat



Rajah 5 : Water Absorption Test (30 hari)

Berdasarkan data penyerapan air selama 30 hari di rajah 5, peningkatan kandungan HDPE dalam campuran PET kitar semula jelas menurunkan kadar penyerapan air dan meningkatkan ketahanan terhadap kelembapan. Campuran 5% HDPE menunjukkan penyerapan paling rendah dan stabil, sekitar 102–102.4 g/m<sup>3</sup>, diikuti campuran 3% HDPE dengan nilai konsisten antara 103–103.2 g/m<sup>3</sup>. Sampel kawalan tanpa HDPE merekodkan penyerapan tertinggi, iaitu 104.6–104.8 g/m<sup>3</sup>, menunjukkan PET semata-mata lebih mudah menyerap air (Norfateha Ayu Ahmad Sapuan, 2022). Secara keseluruhan, kandungan HDPE yang lebih tinggi menghasilkan material yang lebih tahan air dan lebih sesuai untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan jangka panjang terhadap kelembapan.



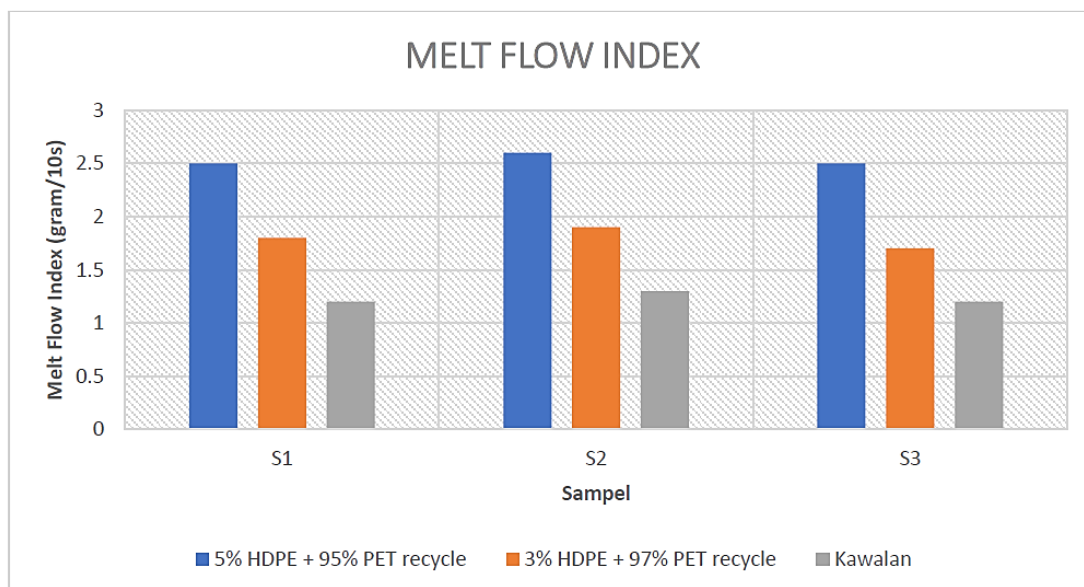
**Rajah 6 :** Compressive Strength Test

Rajah 6 menunjukkan nilai kekuatan mampatan bagi sampel ini ialah sekitar 1.3 Pa untuk Sampel 1 dan Sampel 3, sementara Sampel 2 menunjukkan sedikit penurunan tetapi masih berada di sekitar 1.25 Pa. Ini mencadangkan bahawa campuran dengan 5% HDPE memberikan kekuatan yang lebih mantap dan konsisten berbanding dengan komposisi lain. Sebaliknya, sampel dengan komposisi 3% HDPE dan 97% PET kitar semula menunjukkan kekuatan mampatan yang lebih rendah berbanding campuran 5% HDPE tetapi tetap lebih baik daripada sampel kawalan dalam ketiga-tiga siri ujian. Nilai kekuatan mampatan untuk komposisi ini berada di antara 1.2 Pa untuk Sampel 1, sedikit menurun pada Sampel 2, dan kembali meningkat pada Sampel 3. Walaupun nilai kekuatan mampatannya lebih rendah daripada campuran 5% HDPE, penambahan HDPE pada kadar 3% masih memberikan sedikit peningkatan kekuatan berbanding sampel kawalan yang tidak mengandungi HDPE. Sampel kawalan, yang sepenuhnya terdiri daripada PET kitar semula tanpa penambahan HDPE, mencatatkan kekuatan mampatan terendah dalam setiap siri ujian, iaitu antara 1.1 hingga 1.2 Pa. Hal ini menunjukkan bahawa bahan PET kitar semula tanpa HDPE mempunyai ketahanan mampatan yang lebih rendah dan kurang

stabil berbanding campuran dengan HDPE (Ursua, J., 2019). Berdasarkan perbandingan ini, dapat disimpulkan bahawa penambahan HDPE ke dalam PET kitar semula meningkatkan kekuatan mampatan material tersebut, di mana peratusan HDPE yang lebih tinggi (5%) menghasilkan kekuatan mampatan yang lebih kukuh dan konsisten. Ini menunjukkan bahawa campuran HDPE dan PET kitar semula dengan nisbah yang lebih tinggi boleh memberikan prestasi mekanikal yang lebih baik, menjadikannya lebih sesuai untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan mampatan yang tinggi.

## 5.0 Hasil dan Perbincangan

Rekabentuk dalam projek 3D pen memainkan peranan penting bagi memastikan alat ini berfungsi dengan optimum serta mudah dikendalikan. Reka bentuk yang terancang bukan sahaja meningkatkan kefungsiannya, malah menambah nilai estetik yang mampu menarik minat pengguna. Pemahaman terhadap reka bentuk awal membantu merancang proses pembuatan dan menentukan ruang komponen dengan lebih tepat (S. H. Riza *et. al.*, 2020). Reka bentuk yang ringkas dan ergonomik meningkatkan keselesaan, sekali gus menyokong penggunaan yang lebih lama tanpa keletihan. Selain itu, sentuhan gaya yang elegan dapat menjadi faktor tarikan tambahan bagi pengguna yang mengutamakan fungsi serta penampilan produk.



**Rajah 7 : Melt Flow Test (MFI)**

Graf rajah 7 menunjukkan perbandingan Indeks Aliran Lebur (Melt Flow Index, MFI) bagi tiga sampel campuran HDPE dan PET kitar semula. Secara keseluruhan, campuran dengan 5% HDPE dan 95% PET mencatatkan nilai MFI tertinggi merentas semua siri ujian, iaitu sekitar 2.5 g/10 s. Nilai yang lebih



tinggi ini menandakan aliran lebur yang lebih lancar serta kelikatan yang lebih rendah, sekali gus memudahkan proses pemanasan, pencairan, dan pembentukan bahan. Campuran 3% HDPE pula menunjukkan nilai MFI sederhana, sekitar 2.0 g/10 s. Walaupun lebih rendah daripada campuran 5% HDPE, ia masih memberikan aliran lebur yang lebih baik berbanding sampel kawalan. Ini membuktikan bahawa penambahan HDPE walaupun pada kadar minimum tetap berupaya menambah baik sifat aliran PET kitar semula (Wikrama Parahita, 2024). Sampel kawalan yang terdiri daripada PET kitar semula sepenuhnya mencatatkan nilai MFI terendah, iaitu sekitar 1.5 g/10 s. Nilai ini menunjukkan kelikatan lebih tinggi dan aliran lebur yang kurang efisien, menjadikan bahan lebih sukar diproses semasa pemanasan atau pembentukan. Peningkatan peratusan HDPE dalam campuran PET kitar semula secara jelas meningkatkan MFI. Campuran dengan kadar HDPE yang lebih tinggi memberikan aliran lebur yang lebih baik, sekali gus lebih sesuai untuk aplikasi pemprosesan yang memerlukan pencairan dan pembentukan yang cepat serta efisien.

## 6.0 Kesimpulan

Penambahan HDPE dalam campuran PET kitar semula memberikan peningkatan prestasi yang ketara untuk aplikasi landskap. Ujian penyerapan air menunjukkan bahawa campuran 5% HDPE dan 95% PET mencatatkan penyerapan air paling rendah dan stabil, sekali gus meningkatkan ketahanan bahan terhadap kelembapan—faktor penting bagi penggunaan luar yang terdedah kepada air dan cuaca. Dari segi kekuatan mekanikal, campuran 5% HDPE turut menunjukkan kekuatan mampatan tertinggi dan paling konsisten, menjadikannya sesuai untuk aplikasi yang menanggung tekanan beban. Walaupun campuran 3% HDPE sedikit lebih rendah prestasinya, ia masih lebih baik berbanding sampel kawalan, membuktikan bahawa penambahan HDPE walaupun pada kadar minimum tetap memperbaiki sifat mekanikal. Selain itu, keputusan ujian Indeks Aliran Lebur (MFI) mendapati bahawa campuran dengan 5% HDPE mempunyai aliran lebur paling baik, memudahkan proses pemanasan dan pembentukan. Secara keseluruhan, penambahan HDPE—terutamanya pada kadar 5%—meningkatkan ketahanan, kekuatan dan kebolehprosesan bahan dalam aplikasi landskap.

## Rujukan

- Adiyanto, O. (2023), Optimization of PET Particle-Reinforced Epoxy Resin. *Sustainability*, 1-21.
- Bagas, I. A. (2024), Limbah Sebagai Bahan Pembuatan Paving Block. *Jurnal Pengabdian Sosial*, 1176-1182.
- Dwi Ariyani, N. W. (2021), Eco-bricks Method to Reduce Plastic Waste in Tanjung Mekar . *Civil and Environmental Science Journal*, 022-029.

- Izzuddin, M., Mahadzir, M. Z., & Ab Rahim, S. N. (2025), Design and development of compass digital geometry large as education tools on engineering drawing course. In Proceedings of the International Action Research TVET Conference 2025.
- J.O. Akinyele, U. I. (2020), Effect of waste PET on the structural properties of burnt. article under the CC BY license, 1-8.
- M Z Mahadzir, S N Ab Rahim, N A F Nik Abdullah, M A Lajis (2019), Effect of Extrusion Ratio of Recycling Aluminium AA6061 Chips by the Hot Extrusion Process, International Journal of Advanced Research in Engineering Innovation
- M. A. Lajis, S.N. Ab Rahim (2017), Mechanical Properties and Surface Integrity of Recycling Aluminum 6061 by Hot Extrusion Process, Materials Science Forum (Volume 894), <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.894.21>
- Mahadzir, M. Z., Ab Rahim, S. N., Nik Abdullah, N. A. F., & Lajis, M. A. (2019), Effect of extrusion ratio of recycling aluminium AA6061 chips by the hot extrusion process. International Journal of Advanced Research in Engineering Innovation.
- Magudeaswaran, H. (2018), Development of Eco Brick and Concrete with the. International Journal of science and Engineering Research, 2249-254.
- Manisha. (2017), Investigating Strength and. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), 134 -142.
- Muharam, R. B. (2024), Pemanfaatan Sampah Anorganik Dan Oli Bekas Untuk Pembuatan, Jurnal Pengabdian Sosial, 2076-2083.
- Nekmat, N. N., Ab Rahim, S. N., & Abdul Aziz, A. (2025). Innovative semi-automated Kuih Kapit production: Leveraging infrared heating for consistent quality and sustainability. Journal of Advanced Research in Technology and Innovation Management.
- Norfateha Ayu Ahmad Sapuan, N. A. (2022), The Innovation of Brick from Plastic Waste. Multidisciplinary Applied Research and Innovation, 1-9.
- Sharma, H. (2017). Innovative and Sustainable Application of PET Bottle a Green Construction Overview. Indian Journal of Science and Technology , 1-6.
- Ursua, J. (2019), Plastic Wastes, Glass Bottles and Paper, Journal of Natural and Allied Sciences, 46-52.
- Wikrama Parahita (2024), Ecobricks As A Sustainable Solution: Designing An Eco-Friendly Reading Garden To Reduce Plastic Waste, Jurnal Pengabdian Masyarakat, 105-111.