

# Perancangan Mesin Pelebur Dan Pencetak Sampah Plastik Menjadi Paving Block

Hendri Sukma<sup>1\*</sup> dan Juan Nathaniel Batara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Perancangan mesin pelebur dan pencetak sampah plastik menjadi paving block merupakan solusi inovatif untuk mengatasi masalah limbah plastik di Indonesia, yang ditunjukkan oleh volume sampah plastik yang besar di Bank Sampah Induk Rumah Harum Depok, mencapai 5-7 ton per bulan. Tujuan utama dari perancangan ini adalah untuk memproses sampah plastik menjadi material bangunan bernilai tinggi, mengurangi volume sampah, dan mendukung pembangunan infrastruktur ramah lingkungan. Metode perancangan yang digunakan adalah Pahl & Beitz, yang mencakup identifikasi kebutuhan pengguna, perancangan konsep, bentuk, dan detail produk. Mesin yang dirancang terdiri dari komponen esensial seperti rangka besi hollow, tabung pelebur, motor listrik, dan cetakan segi enam. Mekanisme kerja dimulai dengan pemanasan tabung pelebur, diikuti dengan pencampuran plastik cacah dan bahan tambahan. Analisis menggunakan SolidWorks menunjukkan keamanan struktural yang baik, dengan tegangan maksimum di bawah batas yield strength material. Dari tiga varian konsep, Varian 2 terpilih sebagai yang paling optimal berdasarkan efisiensi dan dampak lingkungan. Perancangan ini memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan mesin daur ulang plastik yang efisien dan berkelanjutan. Analisis pada pembebanan area keseluruhan dilakukan menggunakan beban motor listrik 50 N, Gearbox reduser 50 N dan beban tabung pelebur 450 N.

**Kata kunci**—limbah, plastik, mesin, paving block, perancangan, Pahl & Beitz

## 1. PENDAHULUAN

Plastik adalah produk hasil proses polimerisasi, baik secara sintetik maupun semi sintetik, yang terbentuk melalui reaksi kondensasi organik atau penambahan polimer. Bahan ini sering dikombinasikan dengan zat tambahan untuk meningkatkan kinerja atau mengurangi biaya produksi. Selain polimer buatan, terdapat pula polimer alami yang termasuk dalam kategori plastik. Material ini dapat dibentuk menjadi film atau serat sintesis dan memiliki peran penting dalam pembuatan berbagai properti penunjang kehidupan manusia. Keunggulan plastik yang beragam membuatnya banyak digunakan, namun peningkatan penggunaan tersebut juga berdampak pada bertambahnya volume limbah plastik yang dihasilkan dari properti berbahan dasar plastik[1].

Paving block berbahan limbah plastik merupakan inovasi yang dirancang untuk mengurangi permasalahan sampah plastik sekaligus menyediakan alternatif material bangunan yang lebih ramah lingkungan. Proses pembuatannya diawali dengan pengumpulan dan pemilahan jenis plastik tertentu, seperti polyethylene (PE) dan polyethylene terephthalate (PET), yang kemudian dilelehkan dan dicampur dengan agregat seperti pasir atau kerikil. Berdasarkan hasil penelitian, komposisi optimal misalnya 50% plastik bekas dan 50% kerikil dapat menghasilkan paving block dengan kuat tekan tinggi mencapai 50,97 MPa serta daya serap air yang rendah, sehingga lebih awet dibandingkan paving block konvensional berbahan semen[2]

Oli bekas merupakan salah satu bahan tambahan penting dalam proses pembuatan paving block dari limbah plastik. Oli bekas berfungsi sebagai pelumas dan plasticizer yang membantu menurunkan viskositas plastik leleh sehingga mempermudah pencampuran dengan pasir dan bahan pengisi lainnya. Dengan

\* Corresponding author: hendrisukma@gmail.com

penambahan oli bekas, plastik yang dilelehkan menjadi lebih cair dan homogen, sehingga hasil paving block menjadi padat, kuat, dan tahan lama[3]

Pasir merupakan bahan tambahan utama dalam proses pembuatan *paving block* dari sampah plastik yang berperan sebagai agregat pengisi untuk meningkatkan kekuatan dan kestabilan produk akhir. Pasir yang digunakan biasanya adalah pasir silika atau pasir ayak yang bersih dan kering agar hasil *paving block* memiliki struktur padat dan tahan lama[4]

Untuk membantu perancang mengembangkan ide rancangan mereka, perancangan adalah langkah atau tahapan dalam proses perancangan. Proses awal untuk membuat produk yang sangat dibutuhkan masyarakat dikenal sebagai desain. Setelah perancangan selesai, proses berikutnya adalah membuat produk. Kedua tugas tersebut dilakukan oleh dua individu atau dua kelompok individu yang memiliki spesialisasi masing-masing; misalnya, tim perancang melakukan perancangan, dan tim pembuat produk membuat produk. Dalam buku mereka yang berjudul "Engineering Design: A Systematic Approach", Pahl and Beitz menyarankan cara merancang produk yang terdiri dari empat kegiatan atau fase, yang masing-masing terdiri dari beberapa langkah[5]

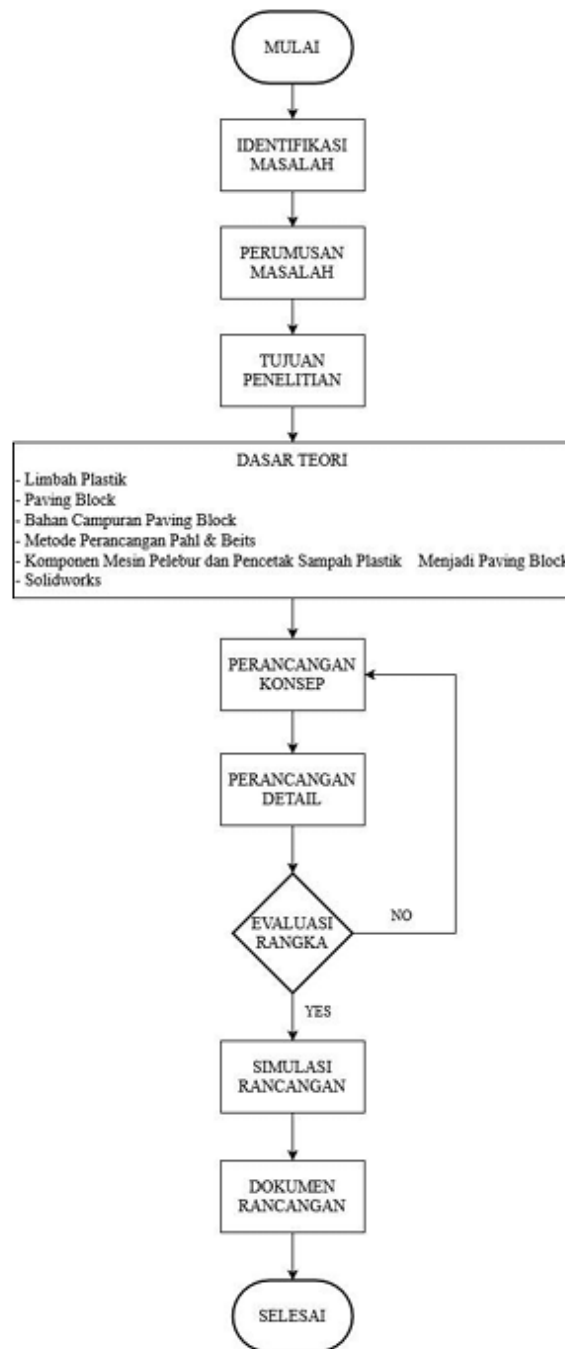
Perancangan mesin pelebur dan pencetak sampah plastik menjadi paving block berawal dari semakin meningkatnya masalah sampah plastik di dunia, termasuk di Indonesia. Sampah plastik yang sulit terurai dan mencemari lingkungan menjadi tantangan besar bagi banyak negara. Setiap tahun, jutaan ton sampah plastik dihasilkan dan hanya sebagian kecil yang dapat didaur ulang dengan efektif. Sebagian besar sampah plastik berakhir di tempat pembuangan akhir atau bahkan dibakar, yang dapat menambah polusi udara dan memperburuk kualitas lingkungan. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi inovatif untuk mengelola sampah plastik dengan cara yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Penggunaan sampah plastik dalam pembuatan paving block memiliki banyak keuntungan, baik dari segi pengelolaan sampah maupun untuk sektor konstruksi. Plastik yang telah melalui proses pelelehan dan pencetakan dapat menghasilkan paving block yang kuat dan tahan lama. Bahan ini juga lebih ringan dibandingkan dengan paving block tradisional, sehingga mempermudah transportasi dan pemasangannya. Di samping itu, dengan menggunakan sampah plastik sebagai bahan baku, kebutuhan akan bahan baku alampun dapat diminimalisir, yang pada gilirannya membantu menjaga kelestarian sumber daya alam.

Perancangan mesin pelebur dan pencetak sampah plastik menjadi paving block bertujuan untuk menciptakan alat yang dapat memproses sampah plastik menjadi material bangunan yang bernilai tinggi. Mesin ini diharapkan dapat membantu mengurangi volume sampah plastik yang mencemari lingkungan dan mengubahnya menjadi produk yang bermanfaat. Proses pelelehan plastik dan pencetakan paving block melalui mesin ini akan memungkinkan produksi massal paving block berbahan plastik daur ulang yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan konstruksi jalan, trotoar, dan fasilitas publik lainnya. Dengan adanya mesin ini, diharapkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya daur ulang plastik semakin meningkat. Selain itu, perancangan mesin ini juga dapat menjadi solusi bagi pemerintah dan industri untuk mengelola sampah plastik secara lebih efektif, sambil mendukung pembangunan infrastruktur yang lebih ramah lingkungan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan menggunakan metode pahl & beitz dengan empat tahapan yang dilaksanakan yaitu: Perencanaan dan penjelasan tugas (Planning and clarifying the task), Perancangan konsep produk (conceptual design), Perancangan bentuk produk (embodiment design) dan Perancangan detail (Detail Design). Adapun keseluruhan proses perancangan mesin pengiris kentang yang tersusun dalam diagram alir pada gambar 1 berikut:

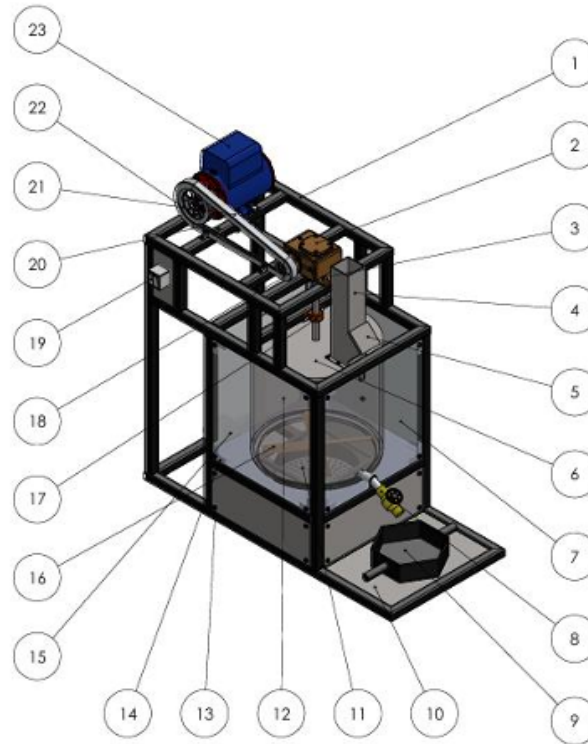


Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

Perancangan konsep dilakukan bertujuan untuk menentukan konsep perancangan awal yang akan diambil seperti metode perancangan serta pengembangan pada produk yang akan dibuat. Setelah ditemukannya spesifikasi produk dari hasil kegiatan pada fase pertama, maka selanjutnya dicarilah beberapa konsep produk yang dapat memenuhi persyaratan-persyaratan dalam spesifikasi tersebut. Konsep produk tersebut merupakan solusi dari masalah perancangan yang harus dipecahkan. Konsep produk biasanya berupa gambar skets atau gambar skema yang sederhana, tetapi telah memuat semua. Beberapa alternatif konsep produk kemudian dikembangkan lebih lanjut dan setelah dievaluasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan detail disusun berdasarkan varian yang telah dipilih dari konsep perancangan sebelumnya. Mesin pelebur dan pencetak sampah plastik mejadi paving block ini beroperasi dengan menggunakan motor listrik sebagai sumber penggerak utamanya. Berikut ini gambar mesin pelebur dan pencetak sampah plastik mejadi paving block. Desain mesin pelebur dan pencetak sampah plastik menjadi paving block dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Desain Mesin Pelebur dan Pencetak Sampah Plastik Mejadi Paving block

Mesin yang dirancang terdiri dari komponen-komponen esensial, termasuk rangka besi *hollow*, tabung pelebur, motor listrik, dan cetakan segi enam. Mekanisme kerja mesin dimulai dengan pemanasan tabung pelebur menggunakan kompor arang briket hingga suhu optimal ( $150-250^{\circ}\text{C}$ ), dibantu oleh *Blower* fan. Sampah plastik yang telah dicacah dimasukkan, dilelehkan, dan diaduk perlahan oleh pengaduk berbilah empat yang digerakkan motor listrik melalui sistem *Pulley* dan *gearbox*. Bahan tambahan seperti oli bekas dan pasir dapat ditambahkan untuk meningkatkan kualitas *paving block*. Setelah campuran homogen, lelehan dituang ke cetakan melalui stop kran, didinginkan, dan *paving block* dilepaskan. Adapun detail spesifikasi rancangan dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel. 1. Spesifikasi Rancang

| No | Nama Komponen                  | Spesifikasi                           | Jumlah |
|----|--------------------------------|---------------------------------------|--------|
| 1  | Rangka                         | <i>Hollow</i> $30 \times 30 \times 2$ | 1      |
| 2  | <i>Gearbox Reduser</i>         | WPX 40, Ratio 1:30                    | 1      |
| 3  | Baut dan Mur                   | M12 $\times$ 6                        | 10     |
| 4  | Cerobong Asap dan Corong masuk | Plat Alumunium 2mm                    | 1      |
| 5  | Tutup Corong Masuk             | Plat Alumunium 2mm                    | 1      |
| 6  | Tutup Tabung Pelebur           | Plat Alumunium 2mm                    | 2      |

| No | Nama Komponen       | Spesifikasi          | Jumlah |
|----|---------------------|----------------------|--------|
| 7  | Cover               | Plat Alumunium 2mm   | 7      |
| 8  | Kran Besi           | Kuningan 2 Inch      | 1      |
| 9  | Cetakan             | Segi Enam            | 1      |
| 10 | Dudukan Cetakan     | Plat Alumunium 2mm   | 1      |
| 11 | Kompor Arang Briket | -                    | 1      |
| 12 | Tabung Pelebur      | 20 Liter             | 32     |
| 13 | Sekrup Rooring      | M10 × 25             | 32     |
| 14 | Braket Cover        | 30×30×2              | 1      |
| 15 | Blower              | DC, 3-12V, 2A        | 1      |
| 16 | Pengaduk            | 4 Blade              | 1      |
| 17 | Bearing             | UCP 204              | 1      |
| 18 | Pulley Kecil        | 3 Inch, Jalur Tipe A | 1      |
| 19 | Saklar              | OB Saklar Seri       | 1      |
| 20 | V-Belt              | Tipe A               | 1      |
| 21 | Cover V-Belt        | Plat Alumunium 2mm   | 1      |
| 22 | Pulley Besar        | 4 inch, Jalur Tipe A | 1      |
| 23 | Motor Listrik       | AC, 1HP, 1.400 rpm   | 1      |

#### a. Perhitungan Tabung Pelebur

Untuk mendapatkan volume dari tabung pelebur maka kita menggunakan rumus 2.1 dengan diketahui diameter tabung 380 mm dengan tinggi 400 mm maka perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 V &= \pi \times r^2 \times t \\
 &= 3,14 \times 190^2 \times 400 \\
 &= 3,14 \times 14.440.000 \\
 &= 45.341.600 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dengan diketahui volume dari tabung palebur yaitu: 45.341.600 m<sup>3</sup>, maka selanjutnya akan di konversi ke satuan liter sebagai berikut:

$$V = 45.341.600 / 1.000.000 = 45,34 \text{ Liter}$$

#### b. Perhitungan Daya Motor Listrik

Untuk menghitung daya motor listrik yang akan digunakan, dapat menggunakan persamaan rumus 2.2 dengan diketahui torsi motor(T) = 2,543 Nm, dan putaran motor(N) 1400 rpm.

$$\begin{aligned}
 P &= T \times \omega \\
 &= T \times 2\pi N / 60
 \end{aligned}$$

Langkah pertama yaitu mengubah rpm ke Kecepatan Sudut (rad/s) :

$$\begin{aligned}\omega &= (2 \times \pi \times N) / 60 \\ \omega &= (2 \times 3,14 \times 1400) / 60 \\ \omega &= 8.792 / 60 \\ \omega &= 146,53 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

Langkah kedua yaitu menghitung daya motor :

$$\begin{aligned}P &= T \times \omega \\ P &= 2,543 \times 146,53 \\ P &= 372,829 \text{ Watt}\end{aligned}$$

#### c. Perhitungan Pulley dan V-Belt

Perhitungan Pulley

Untuk mengetahui perputaran pulley maka dapat menggunakan persamaan rumus 2.3 dengan diketahui diameter pulley penggerak  $Dp_1 = 2 \text{ inch}$  (50,8mm), diameter pulley yang digerakan  $Dp_2 = 3 \text{ inch}$  (76,2mm), dan putaran pulley penggerak  $n_1 = 1400 \text{ rpm}$

$$\begin{aligned}n_2 &= n_1 \times [Dp_1 / Dp_2] \\ n_2 &= 1400 \times 50,8 / 76,2 \\ n_2 &= n_1 \times 0,666 \\ n_2 &= 932,4 \text{ rpm}\end{aligned}$$

Perhitungan V-Belt

Untuk mengetahui kecepatan V-Belt maka dapat menggunakan 4.3 persamaan rumus 2.4 dengan diketahui diameter pulley penggerak ( $d_1$ ) = 50,8mm dan putaran motor ( $n_1$ ) = 1400 rpm

$$\begin{aligned}V &= (\pi \times d_1 \times n_1) / (60 \times 1000) \\ V &= (3,14 \times 50,8 \times 1400) / (60 \times 1000) \\ V &= 3,72 \text{ m/s}\end{aligned}$$

#### d. Perhitungan Gearbox Reduser

Untuk mengetahui kecepatan putar output dari gearbox reduser dapat menggunakan persamaan rumus 2.5 seperti berikut:

Hitung Kecepatan Sudut ( $\omega$ )

$$\begin{aligned}\omega &= (2 \times \pi \times \text{rpm}) / 60 \\ \omega &= (2 \times 3,14 \times 47) / 60 \\ \omega &= 294.52 / 60 \\ \omega &= 4,91 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

Hitung Volume Efektif Campuran yang Diaduk

Di asumsikan 80% dari total volume terkena adukan langsung

$$V_{\text{Aduk}} = 0,8 \times 0,05 = 0,04 \text{ m}^3$$

Hitung Torsi yang Diperlukan

$$\begin{aligned}T &= \mu \times V \times \omega \\ T &= 550 \times 0,04 \times 4,91 \\ T &= 107,9 \text{ Nm} \approx 108 \text{ Nm}\end{aligned}$$

Hitung Torsi yang Disediakan Motor

$$T = \frac{P \times \eta}{\omega}$$

$$T = \frac{746 \times 0,85}{4,91}$$

$$T = 6344,91 \approx 129 \text{ Nm}$$

Hitung Rasio *Gearbox*

$$\text{Rasio Gearbox} = \frac{rpm_{motor}}{rpm_{output}}$$

$$\text{Rasio Gearbox} = \frac{1400}{47}$$

$$\text{Rasio Gearbox} = 29,8 \approx 1 : 30$$

Hitung kecepatan putar *output gearbox*

$$N_2 = \frac{N}{\text{Ratio}}$$

$$N_2 = \frac{932,4}{30}$$

$$N_2 = 31,08 \text{ rpm}$$

e. Perhitungan *Bearing*

Untuk mengetahui umur dari *Bearing* menggunakan persamaan rumus 2.9 dengan diketahui kecepatan putaran poros(n) = 31,1 rpm ,torsi pada poros (T) = 102,7 Nm, dan radius poros(r) = 0,2 m. Sebelum masuk ke rumus terlebih dahulu mencari beban evikalen(P) sebagai berikut :

$$T = F \cdot r \Rightarrow F = \frac{T}{r}$$

$$F = \frac{102,7}{0,02} = 5135 \Rightarrow P \approx \frac{5135}{9,81} \approx 523 \text{ kgf}$$

Perhitungan umur *Bearing* :

$$L_{10} = \left( \frac{2000}{523} \right)^3 \times \frac{10^6}{60 \times 31,11}$$

$$L_{10} = (3,824)^3 \times \frac{1.000.000}{1866,6}$$

$$L_{10} = 55,94 \times 535,8$$

$$L_{10} = 29.972 \text{ jam}$$

#### 4. KESIMPULAN

Mesin yang dirancang terdiri dari komponen esensial seperti rangka besi hollow, tabung pelebur, motor listrik, dan cetakan segi enam. Mekanisme kerja dimulai dengan pemanasan tabung pelebur, diikuti dengan pencampuran plastik cacah dan bahan tambahan. Analisis menggunakan SolidWorks menunjukkan keamanan struktural yang baik, dengan tegangan maksimum di bawah batas yield strength material. Dari tiga varian konsep, Varian 2 terpilih sebagai yang paling optimal berdasarkan efisiensi dan dampak lingkungan. Perancangan ini memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan mesin daur ulang plastik yang efisien dan berkelanjutan. Analisis pada pembebanan area keseluruhan dilakukan menggunakan beban motor listrik 50 N, Gearbox reduser 50 N dan beban tabung pelebur 450 N

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Susilowati, S. E A. Saidah, dan R. R. Sitorus, “Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Energi Bahan Bakar untuk Menambah Wawasan bagi Masyarakat Desa Sipayung, Kecamatan Sukajaya, Kabupaten Bogor, Jawa Barat,” dalam BERDIKARI, vol. 1, no. 2, 2018.
2. Kahfi, M. I., Hasibuan, M. H. M., & Lubis, M.. Analisis Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Campuran Limbah Plastik Jenis PET (Polyethylene Terephthalate) untuk Perkerasan Jalan. Blend Sains Jurnal Teknik, 3(3), 384– 398, 2025.
3. Swandi, M. D., Muhammadiyah Parepare, & Selatan, S. Pemanfaatan Sampah Plastik untuk Pembuatan Paving Block Zero Cement. Jurnal Pengelolaan dan Pemanfaatan Material Kepri, Vol.1 No.4, 2024
4. Sukma, H., Risdamaji, A., & Akbar, M. F. Rancang Bangun Mesin Pelebur dan Pencetak Paving Block Berbahan Dasar Plastik LDPE. JurnalTeknik, 13(2), 201–208, 2021.
5. Kusumawati, D. N. I., & Kusumah, W. I. Konsep Pemaknaan Desain Rupa sebagai Daya Tarik Konsumen pada Kriya Kalung Kreasi Motif Tradisional Berbahan Limbah Plastik Tebal bagi Pengembangan Pelaku Seni dan UMKM dalam Menghadapi Pandemi Covid-19. In SENADA “Seminar NasionalManajemen, Desain dan Aplikasi Bisnis Teknologi” 2022
6. Rasmini, M., Sukoco, I., Hermanto, B., & Sanusi, N. A. Proses Inovasi Sosial dalam Menciptakan Inovasi Sosial pada Bank Sampah di Kabupaten Bandung Barat pada Tahun 2021-2022. AdBispreneur: Jurnal Pemikiran dan Penelitian Administrasi Bisnis dan Kewirausahaan, 8(2), 155–180, 2024
7. Mukhtar Abdul Kader, Elin Herlina, Wiwin Setianingsih. Pengelolaan Sampah Plastik Menjadi Paving Block Sebagai Prospek Bisnis Pada Masyarakat Pra Sejahtera. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat: Abdimas Galuh, vol.3 No.1, 102 – 114, 2021