

ANALISIS DESAIN ALAT CETAK PAVING BLOCK DARI OLAHAN SAMPAH PLASTIK UKURAN 680 x 431,7 x 1403 DENGAN BEBAN PRESS 2 TON

Hariyanto

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
hariyantostmm@gmail.com

Abstrak

Sampah di Kota Depok masih menjadi isu lingkungan yang serius karena tingginya timbunan sampah termasuk jumlah sampah plastik yang ada di Kota Depok. Saat ini pengolahan sampah plastik di Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Depok belum berjalan secara maksimal karena keterbatasan fasilitas pengolahannya. Salah satu alternatif pemanfaatan sampah plastik adalah dengan mengolahnya menjadi paving block yang memiliki nilai guna dan nilai ekonomi. Namun, keterbatasan alat cetak dan sistem pendinginan yang masih sederhana menyebabkan proses pembuatan paving block dari olahan sampah plastik ini belum berjalan optimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis desain alat cetak dan bak perendaman paving block dari olahan sampah plastik supaya menjadi lebih efektif dan efisien. Metode penelitian yang digunakan adalah metode research and development yang meliputi observasi lapangan sekaligus wawancara dengan petugas UPS Merdeka 3 Kota Depok, studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan konsep serta analisis perhitungan teknis. Fokus penelitian ini adalah menganalisis desain alat cetak untuk menghasilkan paving block segi enam dengan panjang sisi sekitar 11 cm dan ketebalan 5,5 cm. Desain alat ini menggunakan dongkrak hidrolik botol yang digerakkan secara manual dan dilengkapi dengan bak perendaman untuk memudahkan pelepasan antara cetakan dan produk paving block yang dicetak. Hasil penelitian ini mencakup desain, dimensi alat, material yang digunakan, dan analisis kekuatan pada alat tersebut. Diharapkan dengan desain dan spesifikasi yang dibuat akan membantu DLHK Kota Depok dalam mengembangkan fasilitas pengolahan sampah plastik.

Kata Kunci : Sampah, Plastik, Paving, Block, Cetakan.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah plastik telah menjadi masalah besar di Kota Depok yang sangat merugikan lingkungan dan kesehatan orang banyak. Meskipun sudah ada usaha untuk mengurangi penggunaan plastik dan meningkatkan daur ulang, masalah ini masih terus ada dan tetap menjadi ancaman bagi masa depan kota. Penggunaan plastik sekali pakai yang berlebihan dan cara pembuangan yang salah telah membuat tempat pembuangan sampah penuh, air tercemar, dan merusak lingkungan. Untuk menyelesaikan masalah penting ini, diperlukan pendekatan yang menyeluruh yang melibatkan pemerintah, keterlibatan masyarakat, dan kerja sama dari industri.

Untuk mengatasi sampah plastik secara efektif, sangat penting bagi Pemerintah Kota Depok untuk memprioritaskan pengurangan sampah, daur ulang, dan praktik pembuangan yang tepat. Hal ini dapat dicapai melalui pengembangan rencana pengelolaan sampah yang komprehensif, edukasi publik, dan penegakan peraturan yang bertujuan untuk

mengurangi plastik sekali pakai. Selain itu, berinvestasi dalam infrastruktur untuk fasilitas daur ulang dan mempromosikan penggunaan alternatif ramah lingkungan dapat membantu meminimalkan jumlah limbah plastik yang dihasilkan.

Berdasarkan Peraturan Wali Kota Depok. Nomor 39 Tahun 2024 Tentang Rencana Induk Pengelolaan Sampah disebutkan bahwa komposisi sampah domestik dan non domestik menyumbangkan 14% - 18% sampah plastik. Pada neraca massa persampahan Kota Depok Tahun 2024, total sampah yang dihasilkan sebanyak 1295,55 ton/hari dengan timbunan sampah 0,59 kg/orang/hari. Dari angka tersebut menunjukkan bahwa sampah plastik yang dihasilkan Kota Depok sekitar 181,4 - 233,2 ton/hari, atau rata-rata 200 ton/hari.

Di tahun 2025 ini, DLHK (Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan) Kota Depok mempunyai 28 UPS (Unit Pengolahan Sampah) aktif yang tersebar di seluruh wilayah Kota Depok. Saat ini UPS Kota Depok difungsikan untuk mengolah sampah organik menjadi pupuk kompos dan pengurangan sampah organik dengan

memanfaatkan budidaya maggot. Selain itu, DLHK Kota Depok mempunyai 421 unit bank sampah aktif untuk membuat orang-orang menabung atau menyerahkan sampah anorganik [Pemda Depok, 2024].

Namun, untuk saat ini khusus pengolahan sampah plastik di DLHK Kota Depok belum berjalan secara maksimal. Hal ini bisa terlihat dari 28 UPS yang aktif hanya ada 1 UPS yang memiliki mesin pencacah plastik sebanyak 1 unit. Keterbatasan mesin pengolahan sampah inilah yang melatarbelakangi untuk melakukan perancangan alat agar suatu saat nanti bisa diaplikasikan oleh DLHK Kota Depok. Oleh karena itu, dari uraian-uraian di atas maka pada penelitian ini fokus pada “Analisa Desain Alat Cetak Untuk Paving Block dari Olahan Sampah Plastik”

1.2 Permasalahan

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, disebutkan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat [UU no.18, 2008]. Sampah dapat juga didefinisikan sebagai hasil dari aktivitas manusia, terdiri dari bahan-bahan yang pada dasarnya mirip dengan barang-barang yang berguna, namun kehilangan nilai karena campuran dan komposisinya yang tidak diketahui [Mahyudin, 2014].

Berdasarkan sifatnya sampah dibedakan menjadi sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik, yaitu sampah yang mudah terurai/membusuk seperti sisa makanan, daun-daun kering, dan sebagainya. Sampah organik ini dapat diolah lebih lanjut menjadi kompos. Sampah anorganik, yaitu sampah yang tidak mudah membusuk, seperti plastik wadah pembungkus makanan, kertas, plastik mainan, botol dan gelas minuman, kaleng, dan sebagainya. Sampah ini dapat dijadikan sampah komersil atau sampah yang laku dijual untuk dijadikan produk lainnya [Sutarmiyati, 2019].

Dalam pengolahannya sampah plastik masih banyak menimbulkan masalah. Plastik yang ditimbun membutuhkan waktu yang lama untuk terurai secara sempurna oleh tanah. Dampak lingkungan yang ditimbulkan banyaknya timbunan sampah plastik adalah sebagai berikut : [Putra, 2025].

1. Kerusakan ekosistem laut

2. Pencemaran tanah dan air
3. Pencemaran sungai

1.3 Upaya Mengatasi Sampah Plastik

Untuk mengatasi permasalahan sampah plastik, maka upaya-upaya yang dapat dilakukan antara lain :

- Meningkatkan edukasi dan sosialisasi kepada masyarakat
- Penguatan regulasi dan kebijakan oleh pemerintah dalam pengelolaan sampah
- Pengembangan dan penerapan teknologi ramah lingkungan dalam pengelolaan sampah / daur ulang sampah, salah satunya dibuat paving blok. [Lingga, 2024].
- Memberdayakan masyarakat melalui program-program seperti bank sampah.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Pengumpulan Data

Metode yang di ambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengamati langsung objek yang menjadi fokus penelitian. Dalam penelitian ini, dilakukan observasi pada sistem pengolahan sampah yang terdapat di UPS (Unit Pengolahan Sampah) Merdeka 3, Kota Depok. Observasi dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai alat pengolahan sampah plastik yang ada di Kota Depok.

2. Wawancara

Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara menanyakan pertanyaan langsung kepada narasumber. Dalam penelitian ini, dilakukan wawancara dengan koordinator UPS Merdeka 3 untuk memperoleh informasi mengenai pengolahan sampah terutama sampah plastik yang ada di Kota Depok.

3. Studi Dokumen

Studi dokumen adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mempelajari dokumen-dokumen yang terkait dengan objek penelitian. Pada penelitian ini, studi dokumen terkait aturan

pengolahan sampah yang terdapat di Kota Depok. Studi dokumen dilakukan untuk memperoleh informasi yang lebih mendalam mengenai sistem pengolahan sampah terutama sampah plastik yang dihasilkan di Kota Depok.

2.2. Metode Analisa Data

Metode analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Analisa Kualitatif

Analisa kualitatif dalam penelitian ini dilakukan dengan cara menginterpretasikan data yang diperoleh dari hasil observasi lapangan dan wawancara dengan koordinator UPS Merdeka 3 Kota Depok.

2. Analisa Kuantitatif

Analisa kuantitatif digunakan untuk menganalisa desain/rancangan alat cetak paving block beserta bak perendamannya dengan menghitung kekuatan rangka dari alat tersebut, menghitung tekanan pres yang diperlukan untuk mencetak paving block dan mendesain mekanisme kerja antara alat cetak dengan bak perendamannya.

2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisa

Hasil dari penelitian dan pembahasan adalah menginterpretasikan hasil analisa penelitian dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi masalah dan temuan dari hasil analisa data. Masalah dan temuan tersebut akan menjadi fokus dalam pembahasan hasil analisa.
2. Menganalisa desain alat dengan perhitungan yang tepat yang diperkuat dengan referensi dari sumber-sumber yang relevan.
3. Memberikan interpretasi dari hasil analisa dan menarik kesimpulan dari rancangan/desain. Kesimpulan tersebut harus didukung oleh fakta dan data yang telah dianalisa.
4. Menyajikan rekomendasi berdasarkan hasil analisa dan kesimpulan yang telah ditemukan. Rekomendasi tersebut dapat digunakan sebagai panduan dalam mengatasi masalah yang telah diidentifikasi.

2.4 Alat Penelitian

Saat ini, alat cetak paving block yang terdapat di UPS Merdeka 3, Kota Depok

menggunakan alat cetak manual berbentuk segi enam beraturan dengan 3 bagian utama, yaitu :

1. Rangka Cetakan



Gambar 1. Rangka Cetakan
Sumber: Penelitian mandiri

Rangka cetakan ini terbuat dari baja berbentuk segi enam beraturan dengan panjang setiap sisi dalamnya sebesar 11 cm dan tinggi cetakan 6,6 cm. Untuk tebal sisi rangka cetakan yakni 5 mm dan tebal pelat dudukan bawahnya sebesar 3 mm.

2. Pelat Cetakan bagian Bawah



Gambar 2 Pelat Bawah Cetakan
Sumber: Penelitian mandiri

Pelat bawah cetakan ini terbuat dari pelat baja yang berbentuk segi enam beraturan dengan panjang sisi 11 cm dan tebal pelat sebesar 6 mm.

3. Penekan Cetakan bagian Atas



Gambar 3. Penekan Cetakan
bagian Atas
Sumber: Penelitian mandiri

Penekan cetakan bagian atas ini terbuat dari bahan kayu yang berbentuk segi enam beraturan dengan panjang sisi 11 cm dan tebal 15 mm.

2.5 Ukuran Paving Blok

Hasil produk paving block dari olahan sampah plastik ini memiliki ukuran sebagai berikut.

1. Panjang sisi 11 cm
2. Tebal 5,5 cm
3. Berat 1,6 Kg



Gambar 4. Ukuran Tiap Sisi

Sumber: Penelitian mandiri

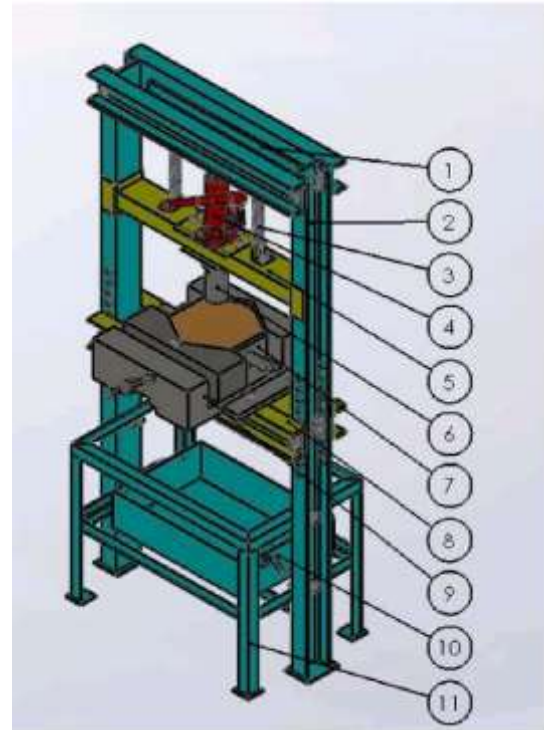


Gambar 5. Berat Paving Blok

Sumber: Penelitian mandiri

2.6. Alat Press Paving Blok

Alat press digunakan untuk menekan material olahan plastik pada cetakan.



Gambar 6. Alat Press Cetakan

Sumber: Penelitian mandiri

Keterangan gambar:

1. Rangka Atas
2. Rangka Samping
3. Pegas *Helix Tarik*
4. Hidrolik Botol
5. UNP Penekan
6. Silinder Penekan
7. Cetakan Paving Blok
8. Penyangga Tengah
9. Ragum
10. Bak Perendaman
11. Dudukan Bak Perendaman

Tabel 1. Spesifikasi Alat Press

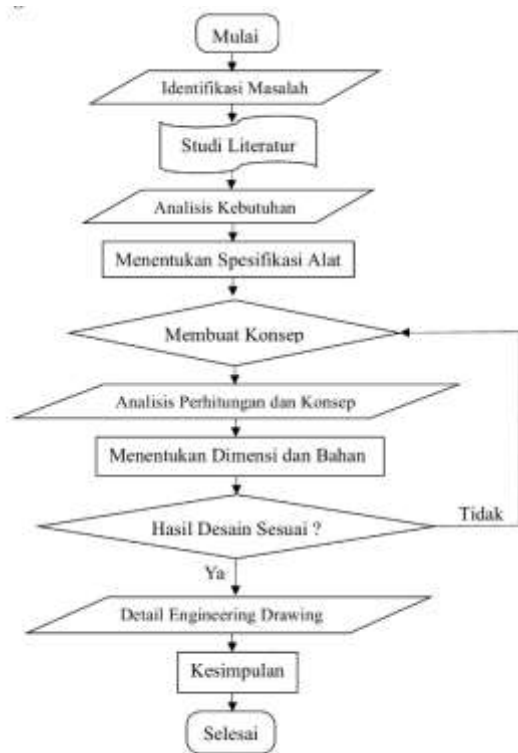
No	Uraian	Satuan	Ukuran
1	Dimensi Alat	mm	680 x 431,7 x 1403
2	Kapasitas Press	Ton	2
3	Hidrolik	pc	1
4	Jenis Hidrolik		Hidrolic Jack
5	Berat Alat	kg	150
6	Rangka		besi UNP 80 (ASTM A36 Steel)

Sumber: Penelitian mandiri

2.7. Diagram Alir Penelitian

Untuk memudahkan sistem penelitian,

maka dibuat diagram alir seperti berikut:



Gambar 7. Diagram Alir
Sumber: Penelitian mandiri

3. HASIL dan PEMBAHASAN

3.1 Proses Pembuatan Paving Blok

Proses pembuatan 1 buah paving block yang berasal dari olahan sampah plastik adalah sebagai berikut:

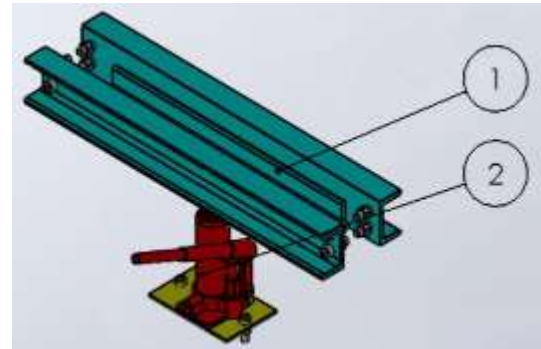
1. Wadah dipanaskan, lalu tuangkan oli bekas ke dalam wadah tersebut sebanyak 250 ml dan biarkan oli sampah mendidih.
2. Tuangkan plastik bekas sebanyak 1-2 kg. Aduk sampai plastik meleleh sempurna.
3. Setelah plastik meleleh, campur dengan pasir sebanyak $\frac{1}{4}$ kg.
4. Aduk sampai rata, lalu masukkan hasil olahan sampah plastik ke dalam cetakan.
5. Kemudian cetakan dipres dan direndam di dalam air selama 1 menit.
6. Cetakan dan hasil olahan sampah plastik yg telah direndam tersebut kemudian dipisahkan di dalam air tersebut.
7. Ulangi langkah 1 sampai dengan langkah 6 untuk membuat 1 buah paving blok dengan berat produk sekitar 1,6 kg.

3.2 ANALISA PERHITUNGAN

1. Perhitungan Rangka Atas

Keterangan konstruksi rangka atas bagian dalam :

1. Rangka Atas Bagian Dalam
2. Hidrolik Botol



Gambar 8. Konstruksi Rangka Atas Bagian

Dalam

Sumber: Penelitian mandiri

Diketahui rangka atas bagian dalam memiliki panjang 500 mm yang masing-masing diikat permanen dengan metode las. Beban yang diterima oleh rangka atas bagian dalam adalah 2 ton atau 19620 [N] di bagian tengah rangka atas.



Gambar 9. Diagram Benda Bebas Pembebanan Rangka Atas Bagian Dalam

Sumber: Penelitian mandiri

A. Diagram Benda Bebas

Keterangan :

FA = Reaksi tumpuan pada titik A

FB = Reaksi tumpuan pada titik B

P1 = Beban yang diterima oleh rangka

Rangka atas bagian dalam menerima beban dari tengah sebesar 19620 [N], rangka atas bagian dalam juga mendapatkan beban reaksi pada kedua sisi ujungnya.

Berikut adalah perhitungannya.

Diketahui:

$$P1 = \text{beban pada titik P1 sebesar 2 ton} \\ = 2000 \text{ [kg]} \times 9,81 \text{ [N/mm}^2\text{]} = 19620 \text{ [N]} =$$

19,62 [kN]

Reaksi gaya di titik B

 $\sum$ momen di titik A = 0

$$B \times 500 \text{ [mm]} - P1 \times 250 \text{ [mm]} = 0$$

$$B \times 500 \text{ [mm]} - 19,62 \text{ [kN]} \times 250 \text{ [mm]} = 0$$

$$B \times 500 \text{ [mm]} = 4905 \text{ [kN.mm]}$$

$$B = 4905 \text{ [kN.mm]}$$

$$500 \text{ [mm]} = 9,81 \text{ [kN]} = 9810 \text{ [N]}$$

Reaksi gaya di titik A

 $\sum$ gaya pada sumbu y = 0

$$A + B - P1 = 0$$

$$A + 9,81 \text{ [kN]} - 19,62 \text{ [kN]} = 0$$

$$A = 19,62 \text{ [kN]} - 9,81 \text{ [kN]} = 9,81 \text{ [kN]} = 9810 \text{ [N]}$$

B. Diagram Gerak Geser



Gambar 10. Diagram Gerak Geser Pembebanan

Rangka Atas Bagian Dalam

Sumber: Penelitian mandiri

$$V_x = 9810 \text{ [N]}$$

Titik A (x = 0)

$$V_x = 9810 \text{ [N]} = 9,81 \text{ [kN]}$$

Titik P1 (x = 250)

$$V_x = 9810 \text{ [N]} = 9,81 \text{ [kN]}$$

$$\bullet V_x = 9810 \text{ [N]} - 19620 \text{ [N]}$$

$$V_x = -9810 \text{ [N]} = -9,81 \text{ [kN]}$$

Titik P1 (x = 250)

$$V_x : -9810 \text{ [N]} = -9,81 \text{ [kN]}$$

Titik B (x = 500)

$$V_x : -9810 \text{ [N]} = -9,81 \text{ [kN]}$$

C. Momen

$$F_A = 9810 \text{ N}$$



Gambar 11. Momen pada Titik A

Sumber: Penelitian mandiri

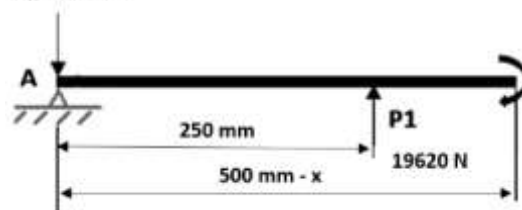
Momen di titik A

Titik A (x = 0)

$$M_x = 9810 \text{ [N]} \times 0$$

$$M_x = 0$$

$$F_A = 9810 \text{ N}$$



Gambar 12. Momen di Titik P1

Sumber: Penelitian mandiri

Momen di titik P1

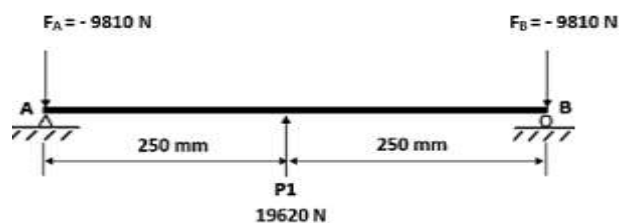
$$M_x = -9810 \text{ [N]} \cdot 250 \text{ [mm]} + 19620 \text{ [N]} \times (500 - x) \text{ [mm]}$$

$$M_x = -2.452.500 + 9.810.000 - 19.620 (x)$$

Titik P1 (x = 250)

$$M_x = -2.452.500 + 9.810.000 - 4.905.000 = 2.452.500 \text{ [N.mm]}$$

$$= 2452,5 \text{ [kN.mm]}$$



Gambar 13. Momen di Titik B Sumber: Penelitian mandiri

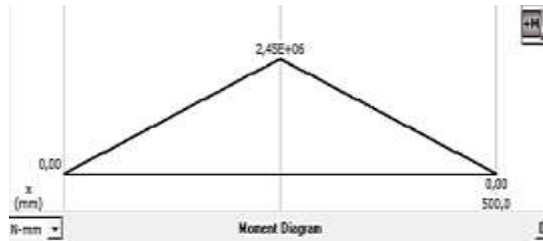
Momen di titik B

Titik B (x = 500)

$$V_x = -9810 \text{ [N]} = -9,81 \text{ [kN]}$$

$$M_x = 19620 \text{ [N]} \times 250 \text{ [mm]} - 9810 \text{ [N]} \times 500 \text{ [mm]}$$

$$M_x = 0$$



Gambar 14. Diagram Momen Pembebanan Rangka Atas Bagian Dalam
Sumber: Penelitian mandiri

D. Menghitung Kekuatan Las Rangka Atas Bagian Dalam

Pada desain ini menggunakan Baja UNP 80 yang memiliki ketebalan 8 [mm]. Berdasarkan ukuran lasan minimum, maka didapatkan ukuran tebal lasan minimumnya adalah 5 [mm]. Rangka atas bagian dalam dilas sepanjang 500 [mm].

$$F = t \times l \times \sigma$$

$$9810 \text{ [N]} = 5 \text{ [mm]} \times 500 \text{ [mm]} \times \sigma$$

$$\sigma = \frac{9810}{5 \times 500} = 3,92 \text{ [N/mm}^2\text{]} = 3,92 \text{ [MPa]}$$

Tabel 2. Tegangan untuk Sambungan Las

Type Of Weld	Coated Electrode	
	Steady Load (Mpa)	Fatigue Load (Mpa)
1. Filled Welds	98	35
2. Butt Welds		
Tension	110	55
Compression	125	55
Shear	70	35

Sumber : R.S. Khurmi, et.al. (2005, hal. 354)

Karena beban pada rangka atas bagian dalam bersifat steady, maka berdasarkan tabel 4.9, σ untuk sambungan lasan adalah 90 [MPa]. Sehingga, tegangan yang terjadi pada rangka atas bagian dalam masih tergolong aman karena tegangan yang terjadi sebesar $\sigma = 3,92 \text{ [MPa]}$

2. Perhitungan Tekanan pada Pelat Cetakan bagian Bawah.

Desain cetakan paving block ini mempunyai panjang sisi $s = 110,85 \text{ [mm]}$. Luas cetakan segi enam beraturan yakni:

$$A = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times s^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times 110,85^2$$

$$A = 31924,44 \text{ [mm}^2\text{]}.$$

Kapasitas hidrolik yang digunakan sebesar 2 ton atau 2000 [kg], maka nilai F :

$$F = m \times g = 2000 \text{ [kg]} \times 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]} = 19620 \text{ [N]}$$

Jadi, tekanan yang dialami oleh cetakan sebesar :

$$P = \frac{F}{A} = \frac{19620}{31924,44}$$

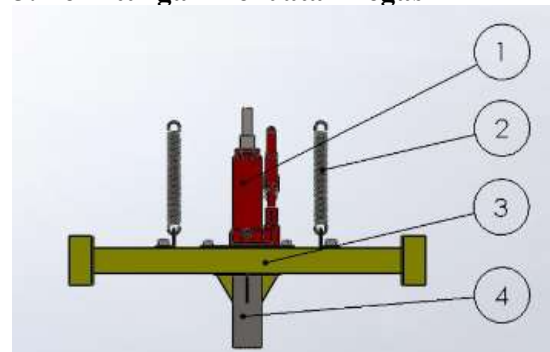
$$P = 0,615 \text{ (N/mm}^2\text{)} = 0,615 \text{ (MPa)}$$

Jadi, tekanan yang terjadi pada pelat cetakan bagian bawah yakni 0,615 [MPa]. Untuk bahan pelat cetakan bagian bawah adalah AISI yang mempunyai $\sigma = 420 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ dengan angka keamanan 4, sehingga :

$$\sigma \text{ izin} = 420/4 = 105 \text{ [N/mm}^2\text{]} = 105 \text{ [MPa]}$$

Oleh karena itu, tekanan yang terjadi pada pelat cetakan bagian bawah masih aman karena masih di bawah σ izin.

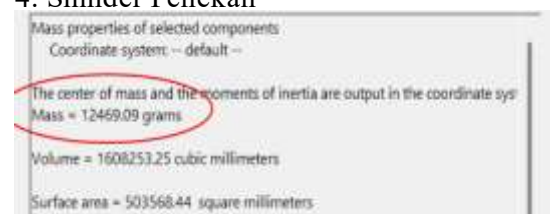
3. Perhitungan Kekuatan Pegas



Gambar 15. Komponen-Komponen yang Dibebankan pada Pegas
Sumber: Penelitian mandiri

Keterangan komponen-komponen yang dibebankan pada pegas :

1. Hidrolik Botol
2. Pegas Helix Tarik
3. Penyangga Tengah
4. Silinder Penekan



Gambar 16. Massa Gabungan Komponen yang Dibebankan pada Pegas
Sumber: Penelitian mandiri

Massa yang ditanggung oleh masing masing pegas :

$$m = \frac{12469,09 \text{ [gram]}}{2}$$

$$m = 6234,55 \text{ [gram]} = 6,23 \text{ [kg]}$$

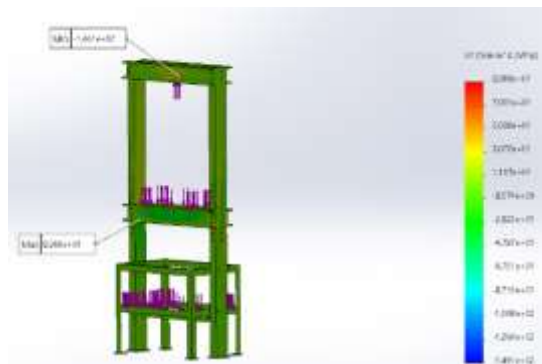
$$F \text{ kerja} = 6,23 \text{ [kg]} \times 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]} \\ = 61,12 \text{ [N]}$$

Untuk mempermudah pencarian ukuran pegas standar, maka bisa dilihat pada tabel katalog Extensions Spring Catalogue by CBC Century Springs PTY. LTD (Lampiran 3). Karena masing-masing pegas harus menahan beban sebesar 61,12 [N] dan dengan memilih Suggestion Maximum Load = 228 [N], maka spesifikasi pegas yang digunakan :

- Outer diameter (Od) = Ø 19.05 [mm]
- Length = 200 [mm]
- δ max (Sug max. deflection) = 98 [mm]
- Suggestion maximum load = 228 [N].
- Wire diameter (d) = Ø 2.69 [mm]

4. Hasil Analisis Rangka dengan Solidworks

Analisis ini bertujuan untuk memsimulasikan dan memvalidasi rancangan cetakan paving block apakah perhitungan yang kita lakukan akurat atau tidak.



Gambar 17. Analisis Rangka dengan Solidworks
Sumber: Penelitian mandiri

Pada rangka ini menggunakan UNP 80 yang terbuat dari material ASTM A36 yang mempunyai $\sigma_t = 400 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ dengan angka keamanan 4, sehingga :

$$\sigma_t \text{ izin} = 400 / \text{Safety Factor} = 400 / 4 = 100 \text{ [N/mm}^2\text{]} = 100 \text{ [MPa]}$$

Keterangan nilai tegangan berdasarkan warna gambar pada solidworks:

- σ warna biru tua s/d biru muda = -1,46

x 102 s.d. -6,75 x 101 [MPa] (sangat aman)

- σ warna hijau s/d hijau muda = -4,79 x 101 s.d. 1,11 x 101 [MPa] (aman)
- σ warna kuning s/d merah = 3,07 x 101 s.d. 8,97 x 101 [MPa] (cukup aman)

Tegangan normal arah Y yang terjadi pada rangka menunjukkan dominan warna hijau dan hijau muda, dengan nilai tegangan sebesar -4,79 x 101 s.d. 1,11 x 101 [MPa]. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar area rangka aman digunakan. Untuk nilai tegangan maksimal yang terjadi sebesar 8,97 x 101 [MPa] atau sekitar 89,7 [MPa]. Oleh karena itu, $\sigma_t \text{ maksimal} < \sigma_t \text{ izin}$ sehingga desain rangka masih dikategorikan aman.

5. Estimasi Kekuatan Tekan Paving Block

Tegangan tekan paving block dari olahan sampah plastik mempunyai range σ tekan sebesar 19,54 s.d. 26,93 [MPa] tergantung dengan persentase pasir yang digunakan [Siregar 2021]. Untuk paving block yang ada di UPS Merdeka 3, Kota Depok mempunyai persentase pasir sekitar 12,5% s.d. 25% dari komposisi yang ada. Oleh karena itu, untuk σ tekan paving block mempunyai nilai sebesar 23 [MPa].

Produk paving block dari olahan sampah plastik ini mempunyai panjang sisi $s = 110,85 \text{ [mm]}$ sehingga luas paving block adalah:

$$A = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times S^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times 110,85^2$$

$$A = 31924,44 \text{ [mm}^2\text{]}.$$

Jadi, estimasi tekanan yang mampu ditahan oleh paving block ini adalah :

$$P = F/A \rightarrow F = P \times A$$

$$P = 23 \text{ [MPa]} \times 31924,44 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$P = 734261,2 \text{ [N]} = 734,26 \text{ [kN]}$$

Atau kalau di konversi menjadi Tonase maka nilai:

$$P = \frac{P \text{ (N)}}{\text{Grafitasi}} = \frac{734261,2 \text{ (N)}}{9,81}$$

$$P = 74848,24 \text{ kg} = 74,8 \text{ Ton}$$

6. Analisa Nilai Ekonomis Paving Block dari Olahan Sampah Plastik

Dari data penelitian proses pembuatan olahan sampah plastik menjadi paving block didapatkan data bahwa untuk membuat 1 buah paving block membutuhkan waktu +/-30 menit. Jika alat cetak paving block ini direalisasikan oleh DLHK Kota Depok, maka kecepatan produksi/hari adalah :

Waktu jam kerja normal = 8 [jam] = 480 [menit]

Produktifitas paving block = $\frac{480}{30} = 16 \text{ pcs}$

Estimasi pengurangan sampah plastik di setiap

UPS / hari = 16 pcs/hari x 1,5 [kg] = 24 kg

Estimasi pengurangan sampah per bulan =

Output Paving Block (kg) x Jumlah UPS x 30 hari

= 24 x 28 x 30 = 20 160 kg = 20 Ton / bulan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis desain mengenai alat cetak berdimensi 680 mm x 431,7 mm x 1403 mm untuk paving block dari olahan sampah plastik dengan beban press 2 ton, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi *Solidworks* maka rangka dan kekuatan las an dinyatakan aman.
2. Berdasarkan hasil perhitungan kekuatan alat cetak paving block dinyatakan mampu menahan beban press.
3. Paving Block hasil penelitian yang terbuat dari bahan olahan plastik mampu menahan beban 74,8 Ton.
4. Secara ekonomis maka alat cetakan hasil penelitian mampu mengurangi sampah plastik sebesar 20 Ton/bulan

DAFTAR PUSTAKA

Pemerintah Kota Depok, 2024. Peraturan Wali Kota Depok Nomor 39 Tahun 2024 Tentang Rencana Induk Pengelolaan Sampah, Depok.

Pemerintah Republik Indonesia, 2008. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah, Indonesia.

Mahyudin, R.P., 2014. "Strategi Pengelolaan Sampah Berkelanjutan",

EnviroScienceae, Vol. 10, hal 33–40.

Sutarmiyati, N. 2019 "Kreatifitas Masyarakat dalam Berwirausaha dengan Memanfaatkan Limbah Sampah di Kurungan Nyawa Kabupaten Pesawaran", *Sosioteknologi Kreatif*, Vol. 3, no. 1, hal 417–422.

Putra, M.N.A., dkk. 2025, "Sampah Plastik sebagai Ancaman terhadap Lingkungan", *Aktivisme: Jurnal Ilmu Pendidikan, Politik. dan Sosial Indoneia.*, Vol. 2, no. 1, hal 154–165.

Lingga, L.J., dkk. 2024. "Sampah di Indonesia: Tantangan dan Solusi Menuju Perubahan Positif", *Innovative Journal Of Social Science Research*, Vol. 4, no. 4, hal 12235–12247.

Siregar, R., dkk, 2021. "Peningkatan Nilai Kekuatan Tekan Paving Block Berbahan Sampah Plastik Melalui Optimalisasi Peleburan dan Persentasi Komposisi Pasir", Vol. 23, no. 3, hal 38–43.