



Rancang Bangun Cetakan Alat Press Pelepah Pinang Menjadi Wadah Makanan Ramah Lingkungan untuk UMKM

Maheka Restu Araliz^{1*}, Elvis Adril², Daddy Budiman³, Mutia⁴
^{1,2,3,4}Teknik Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang
^{1*}mrestuaraliz@gmail.com ²elvisadril14@gmail.com

Abstract

The issue of plastic waste has become a global concern that urgently needs to be addressed. On the other hand, agricultural waste also poses its own challenges. Indonesia is an agrarian country where the agricultural sector plays a significant and vital role in the national economy. One of the major agricultural products in Indonesia, particularly in West Sumatra, is areca nut (betel nut). The areca palm sheath is largely underutilized by farmers, often left unused or burned, which in turn leads to another issue—air pollution. The transformation of organic solid waste into eco-friendly products is still rarely implemented. This study aims to design, assemble, and test a simple press mold to process areca palm sheaths into environmentally friendly food containers. The results show that the mold was successfully designed with dimensions of 140 mm x 140 mm x 20 mm, using ST 42 material. Mold testing with temperature variations (100°C, 150°C, and 175°C) and durations (1 minute, 2 minutes, and 5 minutes) indicated that a temperature of 150°C produced the best results in terms of color and shape accuracy. This innovation is expected to support small and medium enterprises (SMEs) in reducing plastic waste and utilizing areca palm sheath waste.

Keywords: betel fronds, press tool molds, eco-friendly food containers, MSMEs.

Abstrak

Permasalahan sampah plastik telah menjadi isu global yang mendesak untuk diatasi. Di sisi lain, keberadaan limbah pertanian juga menjadi tantangan tersendiri. Indonesia merupakan negara agraris dimana sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang memiliki kontribusi penting dan signifikan terhadap perekonomian. Salah satu hasil pertanian terbesar di Indonesia, terutama di Sumatera Barat adalah pinang. Pelepah pinang ini tidak begitu dimanfaatkan oleh petani, hanya dibiarkan begitu saja atau mereka akan membakarnya, yang mana akan menimbulkan masalah lainnya yaitu polusi udara. Pemanfaatan limbah padat organik menjadi sebuah produk yang ramah lingkungan masih minim dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, merakit, dan menguji cetakan alat press sederhana untuk mengolah pelepah pinang menjadi wadah makanan ramah lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cetakan berhasil dirancang dengan dimensi 140 mm x 140 mm x 20 mm menggunakan bahan ST 42. Pengujian cetakan dengan variasi suhu (100°C, 150°C, dan 175°C) dan durasi (1 menit, 2 menit, dan 5 menit) menunjukkan bahwa suhu 150°C memberikan hasil terbaik dengan warna dan sudut yang optimal. Inovasi ini diharapkan dapat mendukung UMKM dalam mengurangi sampah plastik dan memanfaatkan limbah pelepah pinang.

Kata kunci: Pelepah Pinang, Cetakan Alat Press, Wadah Makanan Ramah Lingkungan, UMKM.

1. Pendahuluan

Permasalahan sampah plastik telah menjadi isu global yang mendesak untuk diatasi. Setiap tahun, diperkirakan lebih dari 300 juta ton plastik diproduksi di seluruh dunia, dan sebagian besar berakhir sebagai limbah yang mencemari lingkungan [1]. Plastik, yang membutuhkan ratusan tahun untuk terurai, menyebabkan kerusakan signifikan pada ekosistem laut dan darat serta

membahayakan kehidupan hewan dan manusia melalui rantai makanan [2].

Di sisi lain, keberadaan limbah pertanian juga menjadi tantangan tersendiri. Indonesia merupakan negara agraris dimana sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang memiliki kontribusi penting dan signifikan terhadap perekonomian. Salah satu hasil pertanian terbesar di Indonesia, terutama di

Sumatera Barat adalah pinang. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Barat pada tahun 2022 di Sumatera Barat terdapat lahan pertanian pinang seluas 16.083 hektar dengan hasil pertanian sekitar 8.048 ton dalam satu tahun [3]. Luasnya lahan pertanian ini juga berarti menghasilkan banyak limbah organik seperti pelepah pinang, biasanya pelepah pinang ini tidak begitu dimanfaatkan oleh petani, hanya dibiarkan begitu saja atau mereka akan membakarnya, yang mana akan menimbulkan masalah lainnya yaitu polusi udara. Pemanfaatan limbah padat organik menjadi sebuah produk yang ramah lingkungan masih minim dilakukan. Limbah dari pohon pinang ini memiliki potensi besar untuk dijadikan produk yang bernilai ekonomi dan mengurangi pencemaran lingkungan [4].

Meningkatnya kesadaran terhadap dampak lingkungan dari penggunaan piring plastik atau styrofoam memunculkan ide untuk memproduksi piring ramah lingkungan yang terbuat dari pelepah pinang. Oleh karena itu, salah satu inovasi yang bisa dikembangkan untuk mengatasi masalah limbah organik pelepah pinang ini adalah mengolah pelepah pinang menjadi wadah makanan ramah lingkungan sebagai pengganti wadah makanan sekali pakai yang berbahan plastik atau styrofoam. Pelepah pinang mengandung serat selulosa yang tinggi, menjadikannya bahan yang ideal untuk dijadikan wadah makanan yang dapat terurai secara alami[5]. Pemanfaatan pelepah pinang sebagai bahan baku wadah makanan tidak hanya dapat mengurangi limbah pertanian tetapi juga dapat mengurangi ketergantungan pada plastik sekali pakai yang berbahaya bagi lingkungan.

India adalah negara yang pertama kali mengembangkan piring pelepah pinang. Hal ini sejalan dengan fakta bahwa India adalah negara penghasil pinang terbesar di dunia [6]. Selanjutnya piring pelepah pinang dikembangkan di Malaysia, dan kemudian diikuti oleh Indonesia. Namun untuk mengolah limbah pelepah pinang ini memerlukan alat yang belum dijual secara umum dan walaupun ada harga nya sangat mahal. Oleh karena itu, penulis ingin membuat alat press sederhana untuk mengolah limbah pelepah pinang ini. Alat press akan membantu dalam membentuk pelepah pinang menjadi berbagai bentuk wadah makanan yang memiliki kekuatan dan ketahanan yang cukup baik. Proses ini memerlukan rancangan cetakan yang tepat agar menghasilkan produk akhir yang berkualitas. Inovasi ini bertujuan untuk mengetahui proses pembuatan cetakan alat press untuk pelepah pinang dan mengevaluasi kualitas wadah makanan yang dihasilkan dimana pengolahan pelepah pinang untuk wadah makanan belum pernah dilakukan sebelumnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis melakukan penelitian ” Rancang Bangun Cetakan Alat Press Pelepah Pinang Menjadi Wadah Makanan Ramah Lingkungan untuk UMKM.

2. Metode Penelitian

Adapun metodologi yang digunakan dalam rancang bangun cetakan alat press pelepah pinang menjadi wadah makanan ramah lingkungan dengan tahap yang dijelaskan sebagai berikut:

Perencanaan dan Perancangan Mesin

Tahap ini dilakukan perhitungan terhadap mekanisme dan cara kerja alat, komponen utama, kapasitas alat, gambar assembling, dan gambar kerja cetakan alat press pelepah pinang berdasarkan data dan konsep desain yang telah dibuat. Pada tahapan perancangan ini digunakan software Solidwork.

Analisis Morfologi

Pada tahap rancangan konsep, semua persyaratan yang diminta diterjemahkan menjadi fitur-fitur rancangan yang setiap fitur memiliki solusi-solusi alternatif. Semua fitur dan solusi ditentukan dengan analisis morfologi.

Pembuatan Cetakan

Pada proses pembuatan cetakan alat *press* pelepah pinang komponen utama dibuat dengan proses pemesinan.

Uji Kinerja Alat

Pada tahap ini dilakukan uji coba, uji kinerja alat untuk mengetahui apakah mesin yang dibuat berhasil sesuai dengan yang dirancang. Uji coba kemampuan alat bertujuan untuk mengetahui jumlah yang mampu diproduksi mesin dalam rentang waktu tertentu. Apabila mesin ada kendala atau mesin tidak bekerja dengan semestinya maka lakukan perbaikan pada perancangan dan pembuatan agar mesin sesuai dengan yang dirancang

3. Hasil dan Pembahasan

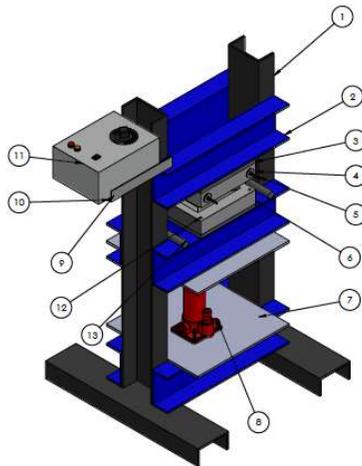
Terdapat pembahasan mengenai rancangan alat, perhitungan, pembuatan cetakan alat press, uji coba alat serta analisis hasil dari alat press pelepah piang.

Rancangan Alat

Perancangan alat press pelepah pinang ini terdiri dari beberapa komponen yang menjadi komponen terpenting terdapat pada cetakan pelepah pinang. Berikut ini adalah komponen-komponen alat yang ditunjukkan pada Gambar 2:

1. Rangka samping
2. Rangka tengah
3. Papan GRC
4. Cetakan atas
5. Heater 300 watt 220 volt

6. Cetakan bawah
7. Pelat penahan
8. Dongkrak hidrolik 5 Ton
9. Besi siku 30 mm x 30 mm
10. Papan GRC
11. Elektrikal box
12. Baut M6
13. Besi silinder



Gambar 1. Alat Press Pelepah Pinang

Analisis Morfologi

Semua fitur dan solusi ditabelkan sebagai tabel morfologi yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Rancangan Produk

FITUR	SOLUSI		
Rangka	Profil U	H Beam	Hollow
Bahan Dies	ST 37	ST 42	ST 60
Penyambungan	Las	Baut	Kelling
Sistem Pressure	Hidrolik	Pneumatik	Mekanik
Posisi Cetakan	Vertikal	Horizontal	
Heating parameter (menit)	1 Menit	2 Menit	3 Menit

Keterangan			
	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3

Dari Tabel 1 bisa diperoleh berbagai kombinasi untuk mendapatkan pilihan-pilihan yang disebut sebagai konsep rancangan.

- Konsep 1 – Profil U – ST 42 – Las – Hidrolik – Horizontal – 2 Menit.
- Konsep 2 – H Beam – ST 42 – Las – Pneumatik – Horizontal – 2 Menit.
- Konsep 3 – H Beam – ST 42 – Baut – mekanik – Horizontal – 2 Menit.

Dari analisa morfologi diatas dipilih konsep 1, alasan pemilihan konsep 1 adalah karena pembuatan rangka alat press menggunakan profil U lebih mudah dan harga profil U juga lebih murah dibanding dengan harga H beam.

Untuk pemilihan sistem penekan alat press disini dipilih sistem hidrolik karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan sistem pneumatik, terutama dalam aplikasi yang membutuhkan daya, presisi, dan ketahanan tinggi. Sistem hidrolik menghasilkan daya dorong yang lebih besar meskipun dengan ukuran alat yang lebih kecil, kecepatan operasi yang stabil, gerakan yang halus dan presisi, serta kemampuan bekerja di lingkungan yang bertemperatur tinggi [7].

Berdasarkan perbandingan antara ST 37, ST 42, dan ST 60, material ST 42 dipilih sebagai bahan untuk membuat *punch* dan *dies*. ST 42 memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan ST 37, sehingga mampu menahan tekanan dan beban yang lebih tinggi. Selain itu ST 42 tidak sekaku ST 60, yang menjadikannya lebih cocok untuk aplikasi yang memerlukan fleksibilitas tanpa melibatkan kekuatan [8]. Keputusan ini memastikan punch dan dies yang dihasilkan berfungsi secara efektif dalam proses produksi.

Untuk posisi cetakan dipilih posisi horizontal karena lebih efektif dan efisien, jika pada posisi vertikal material yang akan dicetak akan langsung jatuh ketika cetakan dibuka.

Pemilihan sambungan las karena metode ini menawarkan kekuatan yang lebih tinggi dan integritas struktural yang lebih baik dibandingkan sambungan baut dan mur. Sedangkan untuk sambungan cetakan ke rangka digunakan sambungan baut dan mur karena dirasa lebih aman dibandingkan dengan menggunakan sambungan las.

Perhitungan

Sebelum melakukan pembuatan alat terlebih dahulu harus diketahui dan dianalisa gaya – gaya yang bekerja pada cetakan pelepah pinang sehingga alat yang dirancang aman dari kerusakan seperti gaya tekan dan gaya bending. Kemudian sebelum pembuatan cetakan juga perlu dihitung tebal dies serta perpindahan kalor.

1. Tebal Dies

Tebal dies dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$H = \sqrt[3]{\frac{F_{tot}}{g}} \quad (1)$$

Dimana :

H = Tebal Dies (mm)

g = Percepatan Gravitasi Bumi (m/s²)
 F total = Gaya Total (N) = gaya tekan
 m_{objek yang diangkat} = 16,2 kg
 Percepatan (a) = 2 m/s²
 Diameter silinder dongkrak = 25 mm
 Luas penampang piston hidrolik :
 $A = \pi r^2 = 3,14 \times 12,5 \text{ mm} \times 12,5 \text{ mm} = 4,91 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 490,625 \text{ mm}^2$

$$F_{\text{total}} = m \times (g + a) \quad (2)$$

$$= 16,2 \text{ kg} \times \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$= 16,2 \text{ kg} \times 11,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{\text{total}} = 191,332 \text{ N}$$

Nilai F total 191,322 N sehingga bisa dicari tebal dies.

$$H = \sqrt[3]{\frac{191,322 \text{ N}}{9,81 \text{ m/s}^2}} = \sqrt[3]{19,50} = 2,69 \text{ mm}$$

Jadi tebal dies yang didapatkan adalah 2,69 mm.

2. Clearance Punch

Menghitung *clearance punch* dan *dies* untuk material pelepah pinang adalah 6% dari tebal material. Berikut perhitungannya menggunakan persamaan.

$$CL = \frac{6}{100} \times t_{\text{maks}} \quad (3)$$

Dimana :

CL = *Cutting Clearance*
 t maks = Tebal Material (mm)

$$CL = \frac{6}{100} \times 4 \text{ mm} = 0,24 \text{ mm}$$

Jadi, *clearance* dari *punch* dan *dies* Untuk cetakan alat *press* pelepah pinang ini adalah 0,24 mm.

3. Gaya Bending dan Gaya Pembentukan pada Cetakan

Gaya bending pada material dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$F_b = \frac{C}{3} \times \sigma_t \times B \times t \quad (4)$$

Dimana :

Fb = Gaya Bending (N)
 C = Konstanta Isd 2
 σ_t = Tegangan Tarik Bahan (N/mm²)
 B = Panjang Garis Bending
 t = Tebal Material

$$F_b = \frac{1}{3} \times 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 560 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$$

$$F_b = 14933,33 \text{ N}$$

Gaya pembentukan (*drawing force*) pada material dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$F_p = U \times t \times \tau_g \times \alpha \quad (5)$$

Dimana :

Fp = Gaya pembentukan (N)
 U = Panjang sisi tekuk (mm)
 t = tebal material (mm)
 τ_g = tegangan geser (N/mm²)
 α = Faktor koreksi, tergantung pada perbandingan tarik

$$F_p = 560 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} \times 12 \text{ N/mm}^2 \times 1$$

$$F_p = 26880 \text{ N}$$

4. Kekuatan Bahan

Tegangan Tekan *Punch dan Dies*

Dengan menggunakan persamaan didapatkan tegangan tekan sebagai berikut :

Ukuran cetakan bawah (*dies*) dan cetakan atas (*punch*) = 140 mm x 140 mm

Bahan yang digunakan adalah ST 42

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{49050 \text{ N}}{19600 \text{ mm}^2} = 2,50 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan Tekan ST 42 = 42 kg/mm² x 9,81 m/s² = 412,02 N/mm²

$$\text{Tegangan Tekan Izin} = \frac{\sigma_t}{v} = \frac{412,02 \text{ N/mm}^2}{3} = 137,34 \text{ N/mm}^2$$

Karena tegangan tekan yang bekerja < tegangan tekan yang diizinkan maka bahan ini layak digunakan 2,50 N/mm² < 137,34 N/mm² (Aman).

5. Perpindahan Kalor

Kenaikan suhu benda dapat digunakan untuk menentukan banyaknya kalor yang diserap oleh benda. Jika sejumlah kalor menghasilkan perubahan suhu benda sebesar (ΔT), maka kapasitas kalor didefinisikan sebagai:

$$Q = m \times c \times \Delta \quad (6)$$

Dimana :

Q = Banyaknya Kalor Yang Diberikan (Joule)

m = Massa Zat (g atau kg)

c = Kalor Jenis (kal/°C atau J/kg°C)

ΔT = Perubahan Suhu (°C)

Perpindahan kalor di *punch* adalah

$$Q_{\text{punch}} = m_{\text{punch}} \times c \times \Delta T$$

$$Q_{\text{punch}} = 7,825 \text{ kg} \times 460 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \times 150^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{punch}} = 539.925 \text{ Joule}$$

Perpindahan kalor di *dies*

$$Q_{\text{dies}} = m_{\text{dies}} \times c \times \Delta T$$

$$Q_{\text{dies}} = 8,335 \text{ kg} \times 460 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \times 150^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{dies}} = 575.115 \text{ Joule}$$

Jadi didapat Q total dari hasil penjumlahan Q punch dan Q dies sebagai berikut:

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{punch}} + Q_{\text{dies}}$$

$$Q_{\text{total}} = 1.115.040 \text{ Joule}$$

Waktu pemanasan di punch

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{539.925 \text{ Joule}}{300 \text{ watt}} = 1800 \text{ s}$$

Waktu pemanasan di dies

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{575.115 \text{ Joule}}{300 \text{ watt}} = 1917 \text{ s}$$

Jadi didapat t total dari hasil penjumlahan t punch dan t dies sebagai berikut:

$$t_{\text{total}} = t_{\text{punch}} + t_{\text{dies}} = 1800 \text{ s} + 1917 \text{ s}$$

$$t_{\text{total}} = 3717 \text{ s}$$

Untuk mencari banyaknya kalor yang diberikan

$$H = k \times A \times \frac{\Delta t}{l} \quad (7)$$

Dimana :

H = Kapasitas Kalor (kal/°C atau J/K)

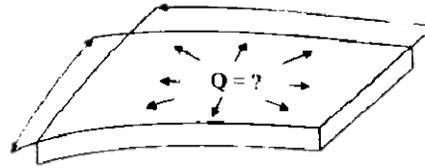
k = Koefisien Konduksi Termal Zat (J/m.s.K atau W/Mk)

A = Luas Penampang Material (mm²)

Δt = Kapasitas Kalor (kal/°C atau J/K)

l = panjang (mm)

Kalor yang merambat per satuan waktu H ?



Gambar 2. Perpindahan Panas

$$A = s^2 \\ = 0,14 \text{ m} \times 0,14 \text{ m} \\ = 0,0196 \text{ m}^2$$

$$H = k \times A \times \frac{\Delta t}{l} \\ H = 4,6 \frac{\text{J}}{\text{ms}} \times 0,0196 \text{ m}^2 \times \frac{150^\circ\text{C}}{0,14 \text{ m}} \\ H = 96,6 \text{ J/s}$$

Untuk menghitung panas elemen pemanas :

Dari pengukuran dan percobaan yang dilakukan pada sebuah elemen pemanas dihasilkan data sebagai berikut :

Jumlah panas (Q) yang dihasilkan masing masing elemen sampai suhu stabil 150°C dalam selang waktu 3717 detik adalah :

$$I = \frac{P}{V} = \frac{300 \text{ watt}}{220 \text{ volt}} = 1,36 \text{ Ampere} \\ R = \frac{P}{I^2} = \frac{300 \text{ watt}}{(1,36)^2 \text{ ampere}} = 162,2 \text{ Ohm}$$

$$Q = I^2 \times R \times t \\ = (1,36)^2 \text{ ampere} \times 162,2 \text{ Ohm} \times 3717 \text{ s} \\ = 11.151.119,03 \text{ Joule}$$

Jumlah panas (Q) yang dihasilkan secara keseluruhan elemen sampai suhu stabil 150°C dalam selang waktu 3717 detik untuk 4 buah elemen adalah:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1200 \text{ watt}}{220 \text{ volt}} = 5,45 \text{ Ampere}$$

$$R = \frac{P}{I^2} = \frac{1200 \text{ watt}}{(5,45)^2 \text{ ampere}} = 40,40 \text{ Ohm}$$

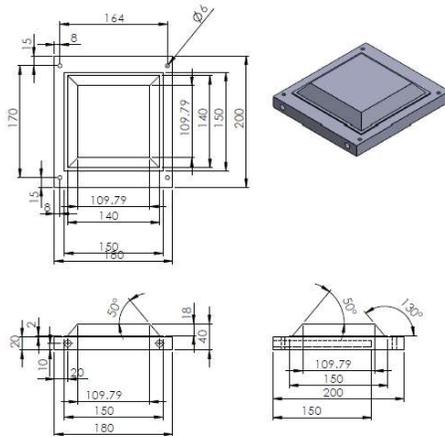
$$Q = I^2 \times R \times t \\ = (5,45)^2 \text{ ampere} \times 40,40 \text{ Ohm} \times 3717 \text{ s} \\ = 446.032.937,7 \text{ Joule}$$

Proses Pembuatan Cetakan Alat Press Pelepah Pinang

Pada proses pembuatan cetakan alat *press* pelepah pinang ini ada komponen utama yang dibuat dengan proses pemesinan, yaitu : cetakan atas (*punch*) dan cetakan bawah (*dies*).

1. Proses pembuatan cetakan atas (*punch*)

Proses pembuatan cetakan atas (*punch*) :



Gambar 3. *Punch*

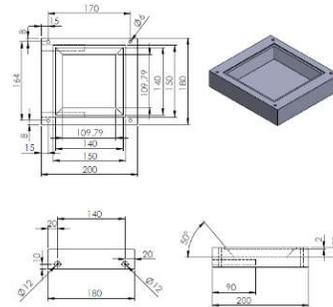
- a. Proses pengukuran dan penandaan
 1. Siapkan mistar baja, penggores dan penitik sebelum memulai proses pengukuran dan penandaan.
 2. Letakkan besi ST 42 di tempat yang datar agar mudah ditandai .
 3. Ukur berapa panjang dan lebar yang dibutuhkan untuk membuat *punch*, kemudian gores dengan penggores serta beri titik pada ukuran yang akan dilubangi nantinya.
- b. Ukuran cetakan atas (*punch*) alat press pelepah pinang ini adalah 140 mm x 140 mm x 20 mm.
- c. Proses Pengeboran
 Bor bagian yang akan dibor sesuai dengan ukuran pada gambar 4.3. bor dilakukan untuk membuat lubang tempat *heater* sebanyak dua buah dan lubang baut empat buah. Gunakan mesin bor untuk membuat lubang sesuai dengan ukuran baut yang akan digunakan untuk penyambungan cetakan ke rangka. Pastikan lubang-lubang tersebut berada pada posisi yang presisi agar cetakan dapat dipasang dengan baik pada rangka.
- d. Proses *Milling*
 Pasang material ST 42 pada meja mesin *milling* menggunakan *clamp* atau *vise* untuk menjaga kestabilan selama proses pemotongan. Pastikan material diposisikan dengan benar sesuai dengan desain. Atur kecepatan spindel, kecepatan pemakanan (*feed rate*), dan kedalaman pemotongan sesuai dengan kekerasan dan ketebalan material ST 42. Ukuran material ST 42 ini adalah 200 mm x 180 mm x 40 mm. *Milling punch* dengan cara

potong material untuk membentuk *punch* dengan dimensi 140 mm x 140 mm x 20 mm.

- e. Proses penyambungan cetakan ke rangka
 1. Siapkan mur dan baut untuk menyambungkan *punch* ke rangka.
 2. Lakukan penyambungan menggunakan mur dan baut sesuai dengan lubang yang ada pada Gambar 4.

2. Proses pembuatan cetakan bawah (*dies*)

Proses pembuatan cetakan bawah (*dies*) :



Gambar 4. *Dies*

- a. Proses pengukuran dan penandaan
 1. Siapkan mistar baja, penggores dan penitik sebelum memulai proses pengukuran dan penandaan.
 2. Letakkan besi ST 42 di tempat yang datar agar mudah ditandai .
 3. Ukur berapa panjang, lebar dan kedalaman *dies* yang dibutuhkan untuk membuat *punch*, kemudian gores dengan penggores serta beri titik pada ukuran yang akan dilubangi nantinya.
- b. Ukuran cetakan bawah (*dies*) alat press pelepah pinang ini adalah 140 mm x 140 mm dengan kedalaman dies 20 mm.
- c. Proses Pengeboran
 Bor bagian yang akan dibor sesuai dengan ukuran pada Gambar 4. Bor dilakukan untuk membuat lubang tempat *heater* sebanyak dua buah dan lubang baut empat buah. Gunakan mesin bor untuk membuat lubang sesuai dengan ukuran baut yang akan digunakan untuk penyambungan cetakan ke rangka. Pastikan lubang-lubang tersebut berada pada posisi yang presisi agar cetakan dapat dipasang dengan baik pada rangka.
- d. Proses *Milling*
 Pasang material ST 42 pada meja mesin *milling* menggunakan *clamp* atau *vise* untuk menjaga kestabilan selama proses pemotongan. Pastikan material diposisikan dengan benar sesuai dengan desain. Atur kecepatan spindel, kecepatan pemakanan (*feed rate*), dan kedalaman pemotongan sesuai dengan kekerasan dan ketebalan material ST

42. Ukuran material ST 42 ini adalah 200 mm x 180 mm x 40 mm. Lakukan pemotongan pada material untuk membentuk dies dengan ukuran 140 mm x 140 mm dan kedalaman 20 mm. Proses ini dilakukan secara bertahap untuk mencapai kedalaman yang diinginkan.

- e. Proses penyambungan cetakan ke rangka
1. Persiapkan mur dan baut untuk menyambungkan *dies* ke rangka.
 2. Lakukan penyambungan menggunakan mur dan baut sesuai dengan lubang yang ada pada Gambar 5.

Uji Coba Alat

Dalam melakukan uji coba ini, alat akan diuji dengan melakukan pengujian pengepresan pada material pelepeh pinang. Uji coba dilakukan dengan 3 kali uji coba dengan variasi suhu 100°C, 150°C, dan 175°C untuk mengetahui mampu atau tidaknya cetakan membentuk pelepeh pinang menjadi sebuah wadah dengan menggunakan perlakuan panas dari *heater* yang berada didalam *punch* dan *dies* dengan bantuan penekanan dari dongkrak hidrolik. Pengujian juga dilakukan dengan variasi waktu yang berbeda – beda. Bahan baku pelepeh pinang yang digunakan berukuran kurang lebih 250 mm x 300 mm. Bahan baku dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Material Pelepeh Pinang

1. Persiapan Uji Kinerja Alat

Sebelum dilakukan uji kinerja alat, perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- Perhatikan rangkaian pemanas aman dan jauh dari percikan air hal lainnya yang memicu korsleting.
- Pastikan alat berada pada permukaan yang datar dan dongkrak dapat berfungsi dengan baik.
- Bersihkan permukaan pelepeh pinang yang akan dicetak.

2. Proses Uji Kinerja Alat

Berikut langkah – langkah yang harus dilakukan dalam pengujian alat *press* pelepeh pinang ini :

- Sambungkan elemen pemanas dan thermostat pada aliran listrik.
- Atur berapa suhu yang yang dibutuhkan pada thermostat, dan tunggu hingga lampu indikator menyala, yang menandakan bahwa cetakan sudah mencapai suhu yang diinginkan.
- Siapkan bahan baku pelepeh pinang, dan posisikan pelepeh pinang pada *dies*.
- Pastikan posisi pelepeh pinang berada di posisi yang tepat agar hasil cetakkannya maksimal.
- Tekan tuas dongkrak hidrolik hingga dies menyentuh bagian punch dan menekan pelepeh pinang dengan maksimal dan diamankan selama beberapa menit.
- Setelah beberapa menit turunkan lagi dies dan hasil produk dapat diangkat dari cetakan.
- Lalu rapikan sisa dari pelepeh pinang yang tersisa dari hasil pencetakan.
- Lakukan proses yang sama dengan variasi suhu dan waktu yang berbeda dan lihat mana hasil cetakan yang terabik.

3. Hasil Uji Kinerja Alat

Pada tahap uji coba dilakukan sebanyak 3 kali dengan variasi temperatur dari elemen pemanasnya yang diatur melalui *thermostat* dan waktu yang diberikan kepada cetakan ditentukan dari lamanya proses penekanan. Dalam melakukan percobaan terdapat tiga temperatur yang di uji yaitu pada temperatur 100°C, 150°C, dan 175°C. Masing – masing temperatur juga diuji dengan waktu yang berbeda pula yaitu pada percobaan yaitu, 1 menit, 2 menit, 5 menit. Untuk lebih jelasnya masing – masing percobaan bisa dilihat pada pernyataan di bawah ini.

1. Uji Coba 1 suhu 100°C

Pada uji coba 1 diberikan temperatur 100°C dengan lama waktu pengepresan terhadap material pelepeh pinang adalah 1 menit, 2 menit, dan 5 menit. Gambar 7 adalah hasil pengujian 1 dengan temperatur 100°C dan lama waktu pengepresan 1 menit.



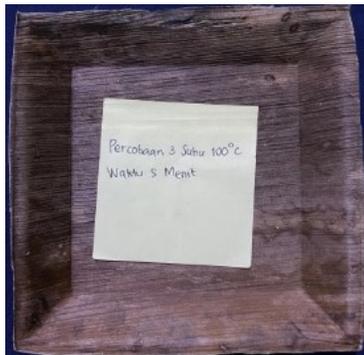
Gambar 7. Hasil Uji Coba 1 Suhu 100°C dengan waktu 1 menit

Gambar 8 adalah hasil pengujian 1 dengan temperatur 100°C dan lama waktu pengepresan 2 menit.



Gambar 8. Hasil Uji Coba 1 Suhu 100°C dengan waktu 2 menit

Gambar 9 adalah hasil pengujian 1 dengan temperatur 100°C dan lama waktu pengepresan 5 menit.



Gambar 9. Hasil Uji Coba 1 Suhu 100°C dengan waktu 5 menit

2. Uji coba 2 Suhu 150°C

Pada uji coba 2 diberikan temperatur 150°C dengan lama waktu pengepresan terhadap material pelepah pinang adalah 1 menit, 2 menit, dan 5 menit. Gambar 10 adalah hasil pengujian 2 dengan temperatur 150°C dan lama waktu pengepresan 1 menit.



Gambar 10. Hasil Uji Coba 2 Suhu 150°C dengan waktu 1 menit

Gambar 11 adalah hasil pengujian 2 dengan temperatur 150°C dan lama waktu pengepresan 2 menit.



Gambar 11. Hasil Uji Coba 2 Suhu 150°C dengan waktu 2 menit

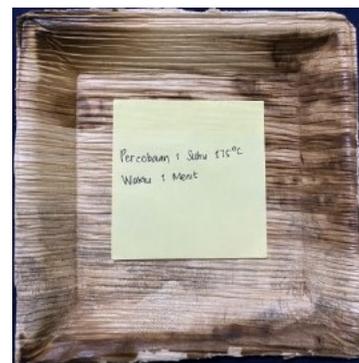
Gambar 12 adalah hasil pengujian 2 dengan temperatur 150°C dan lama waktu pengepresan 5 menit.



Gambar 12. Hasil Uji Coba 2 Suhu 150°C dengan waktu 5 menit

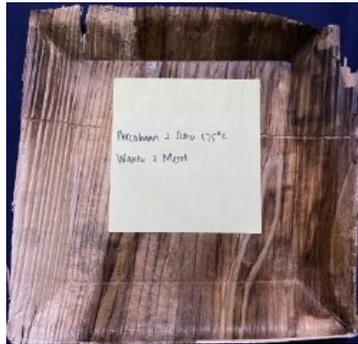
3. Uji coba 3 suhu 175°C

Pada uji coba 3 diberikan temperatur 175°C dengan lama waktu pengepresan terhadap material pelepah pinang adalah 1 menit, 2 menit, dan 5 menit. Gambar 13 adalah hasil pengujian 3 dengan temperatur 175°C dan lama waktu pengepresan 1 menit.



Gambar 13. Hasil Uji Coba 3 Suhu 175°C dengan waktu 1 menit

Gambar 14 adalah hasil pengujian 3 dengan temperatur 175°C dan lama waktu pengepresan 2 menit.



Gambar14. Hasil Uji Coba 3 Suhu 175°C dengan waktu 2 menit

Analisis Hasil

Keterangan mengenai hasil uji kinerja alat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis hasil

Waktu	Suhu 100°C	Suhu 150°C	Suhu 175°C
1 Menit	Warna : Cokelat Muda	Warna : Cokelat Muda	Warna : Cokelat tua
	Ketebalan Material : 4 mm	Ketebalan Material : 4 mm	Ketebalan Material : 4 mm
	Sudut yang terbentuk : 45°	Sudut yang terbentuk : 50°	Sudut yang terbentuk : 50°
	Dimensi : 140 mm x 140 mm x 20 mm (tetap mengikuti ukuran cetakan)	Dimensi : 140 mm x 140 mm x 20 mm (tetap mengikuti ukuran cetakan)	Dimensi : 140 mm x 140 mm x 20 mm (tetap mengikuti ukuran cetakan)
2 Menit	Warna : Cokelat Muda	Warna : Cokelat tua	Warna : Cokelat tua dengan bercak hitam
	Ketebalan Material : 4 mm	Ketebalan Material : 4 mm	Ketebalan Material : 4 mm
	Sudut yang terbentuk : 47°	Sudut yang terbentuk : 50°	Sudut yang terbentuk : 50°
	Dimensi : 140 mm x 140 mm x 20 mm (tetap mengikuti ukuran cetakan)	Dimensi : 140 mm x 140 mm x 20 mm (tetap mengikuti ukuran cetakan)	Dimensi : 140 mm x 140 mm x 20 mm (tetap mengikuti ukuran cetakan). Terjadi kerusakan pada produk, karena waktu penekanan yang cukup lama.
5 Menit	Warna : Cokelat Tua	Warna : Cokelat tua dengan bercak hitam	Tidak dilakukan pengujian karena jika tetap dilakukan pengujian material pelepah pinang akan terbakar.
	Ketebalan Material : 4 mm	Ketebalan Material : 4 mm	
	Sudut yang terbentuk : 50°	Sudut yang terbentuk : 50°	
	Dimensi : 140 mm x 140 mm x 20 mm (tetap mengikuti ukuran cetakan)	Dimensi : 140 mm x 140 mm x 20 mm (tetap mengikuti ukuran cetakan)	

Berdasarkan data hasil pengujian diatas, pada suhu 100°C, warna material cenderung tetap cokelat muda baik pada waktu 1 menit, 2 menit, maupun 5 menit. Pada suhu 150°C, terjadi perubahan warna dari cokelat muda pada 1 menit menjadi cokelat tua pada 2 menit dan akhirnya cokelat tua dengan bercak hitam setelah 5 menit. Ini menunjukkan peningkatan suhu dan durasi pemanasan mempengaruhi intensitas warna material. Pada suhu 175°C, warna material langsung berubah menjadi cokelat tua pada 1 menit dan menjadi cokelat tua dengan bercak hitam pada 2 menit. Tetapi pada waktu 2 menit hasil penekanan dengan suhu 175°C terjadi kerusakan produk karena suhu yang terlalu tinggi dan waktu penekanan yang terlalu lama. Pada suhu ini, pengujian selama 5 menit tidak dilakukan karena dikhawatirkan material akan terbakar, menunjukkan bahwa suhu yang lebih tinggi dapat menyebabkan kerusakan material. Ketebalan material cenderung tetap pada 4 mm di semua kondisi suhu dan waktu. Hal ini menunjukkan bahwa ketebalan material tidak mengalami perubahan signifikan meskipun ada variasi dalam suhu dan durasi pemanasan.

Pada suhu 100°C, sudut yang terbentuk berkisar antara 45° hingga 50° seiring bertambahnya waktu pemanasan. Peningkatan waktu pemanasan menyebabkan sedikit peningkatan pada sudut. Pada suhu 150°C dan 175°C, sudut yang terbentuk cenderung tetap pada 50° terlepas dari variasi durasi pemanasan. Ini menunjukkan bahwa pada suhu yang lebih tinggi, sudut pembentukan material cenderung stabil. Dimensi material (140 mm x 140 mm x 20 mm) tetap mengikuti ukuran cetakan pada semua kondisi suhu dan waktu. Ini menunjukkan bahwa dimensi material tidak berubah meskipun terjadi perubahan suhu dan durasi pemanasan.

4. Kesimpulan

Dari keseluruhan proses Rancang Bangun Cetakan Alat Press Pelepah Pinang menjadi Wadah Makanan Ramah Lingkungan maka dapat disimpulkan beberapa hal. Rancang Bangun Cetakan Alat Press Pelepah Pinang menjadi Wadah Makanan Ramah Lingkungan untuk UMKM telah berhasil dirancang dengan dimensi yang sesuai untuk membentuk wadah makanan berukuran 140 mm x 140 mm x 20 mm. Cetakan dibuat dengan menggunakan bahan ST 42 ukuran 200 mm x 180 mm x 40 mm. Perancangan ini mempertimbangkan aspek material, ketahanan suhu, dan kemampuan cetakan untuk membentuk sudut yang presisi sesuai dengan kebutuhan. Material pelepah pinang menunjukkan sifat yang stabil dalam hal ketebalan dan dimensi saat ditekan menggunakan cetakan ini, dengan variasi warna yang muncul seiring peningkatan suhu dan durasi. Pengujian dilakukan dengan variasi suhu (100°C, 150°C, dan 175°C) dan durasi (1 menit, 2 menit, dan 5 menit). Dari

hasil menunjukkan bahwa suhu dan waktu pemanasan memiliki dampak signifikan pada warna dan sudut yang terbentuk dari material pelepah pinang. Pada suhu 100°C, warna yang dihasilkan adalah cokelat muda dengan sudut berkisar antara 45° hingga 50°. Pada suhu 150°C, material menunjukkan warna cokelat tua dengan sudut yang semakin tajam hingga mencapai 50°. Sementara itu, pada suhu 175°C, material mulai menunjukkan tanda-tanda overheat dengan munculnya bercak hitam, dan pengujian pada durasi 5 menit tidak dilakukan karena risiko kebakaran pada material. Secara keseluruhan, ketebalan material tetap konstan di 4 mm, dan dimensi wadah tetap mengikuti ukuran cetakan. Dari hasil pengujian yang dilakukan disimpulkan bahwa hasil cetakan pelepah pinang yang paling baik berada di suhu 150°C di semua variasi waktu karena hasilnya konsisten mengikuti bentuk cetakan dan tidak terjadi cacat produksi.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada anggota bengkel Teknik Mesin dan mahasiswa tugas akhir yang berpartisipasi dan berkontribusi pada proyek ini.

Daftar Rujukan

- [1] Jambeck, J.R., et al., 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *science*, 347 (6223), pp. 768-771.
- [2] Derraik, J.G., 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine pollution bulletin*, 44(9), pp. 842-852.
- [3] Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat, 2022. Produksi Tanaman Perkebunan Rakyat (Ton). Tersedia di <https://sumbar.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTEjMg==/produksi-perkebunan-.html>. [Accessed 2005]
- [4] Yernisa, Y., Oktaria, F., 2019. Pemanfaatan pelepah pohon pinang menjadi wadah sekali pakai (disposable plate) sebagai alternatif wadah ramah lingkungan. In: Fakultas Pertanian Universitas Jambi, *Seminar Nasional Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Berbasis Sumber Daya Lokal*. Jambi 2019.
- [5] Reddy, N., Yang, Y., 2005. Biofibers from agricultural byproducts for industrial applications. *TRENDS in Biotechnology*, 23(1), pp. 22-27.
- [6] Patidar, K.A., et al., 2015. Various terminologies associated with areca nut and tobacco chewing: A review. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 19 (1), pp. 69-76.
- [7] Chambers, J.M., Wereley, N.M., 2021. Influence of hydraulic versus pneumatic working fluids on quasi-static force response of fluidic artificial muscles. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 32 (3), pp. 385-396.
- [8] Johan, C., Pineng, M., Pakiding, M., 2023. Analisis Kekuatan Bending Hasil Pengelasan SMAW Pada Baja ST 42 Menggunakan Pendingin Oli SAE 20W-50 Dengan Memvariasi Kuat Arus. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 9 (2), pp. 390-394.
- [9] Ma, G.Y., et al., 2013. Analysis of process parameters influencing V-bending based on Dynaform. *Applied Mechanics and Materials*, 423, pp. 1858-1861.
- [10] Patil, P.M., Patil, V.R., Pawar, G.B., 2013. Comparative Study Between The Welded Joints And Bolted Joints For The Supporting Structure Of The Pressure Vessels—A Review. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 2 (5), pp. 1432- 1435
- [11] Shoumei, X., Lau, F., Lee, W.B., 2002. An efficient thermal analysis system for the die-casting process. *Journal of materials processing technology*, 128 (1-3). pp. 19-24.