

Rancang Bangun Mesin *Hot Press Particle Board* Sekam Padi Berbasis Pneumatik

A. Sifa^{1,*}, Mahfud², M.Selin², and Badruzzaman¹

¹Perancangan Manufaktur, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu, Indonesia.

²Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu, Indonesia.

ABSTRAK – Limbah sekam padi yang banyak dihasilkan oleh industry penggilingan padi menimbulkan suatu permasalahan, untuk memanfaatkan limbah sekam padi tersebut salah satu pemanfaatnya dengan membuat suatu produk berupa particle board dengan proses pemanasan dan pengepresan dengan suatu mesin hot press. Penelitian ini bertujuan untuk rancang bangun mesin hot press untuk membuat *particle board* sekam padi dengan penekan menggunakan system pneumatik. Metode untuk membuat suatu mesin hot press dengan membuat rancangan mesin dengan membuat desain, perhitungan beban, dan simulasi statis pada rangka, kemudian dilakukan pembuatan dengan proses fabrikasi, dan perakitan. Hasil dari perancangan dan pembuatan diperoleh dengan dimensi mesin 1372x800x700mm, temperature pemanas maksimal 175°C, dengan sistm pneumatic menggunakan dua actuator double acting, hasil von mises stress dari pembebanan merata 143 N pada rangka, diperoleh von mises stress minimal sebesar $2,405e^{-1}N/m^2$ dan Von Misses Stress maksimal sebesar $1,856e^6N/m^2$ masih batas aman karena di atas nilai *yield strength* dari material yang digunakan, nilai *displacement* maksimal sebesar 1,098 mm. Untuk *safety factor* atau faktor keamanan sebesar 2,01

Kata kunci: *Hot Press, Pneumatik, Sekam Padi*

ABSTRACT – Rice husk waste, often produced by the rice milling industry, creates a problem. To utilize rice husk waste, one of the uses is to make a product in the form of particle board by heating and pressing with a hot press machine. This study aims to design and build a hot press machine to make a rice husk particle board with a press using a pneumatic system. The method for making a hot press machine is by making a machine design, load calculations, and static simulations on the frame, then manufacturing using a fabrication and assembly process. The results of the design and manufacture were obtained with machine dimensions of 1372x800x700mm, maximum heating temperature of 175°C, a pneumatic system using two double-acting actuators, von Misses stress results from an even load of 143 N on the frame, obtained a von Misses stress of at least $2.405e^{-1}N/m^2$ and The maximum Von Misses Stress of $1.856e^6N/m^2$ is still a safe limit because above the yield strength value of the material used, the maximum displacement value is 1.098 mm. The safety factor is 2.01.

Keyword: *Hot press, Pneumatic, Rice Husk*

Dikirim: 17 Mei 2024; Direvisi: 9 September 2024; Diterima: 20 November 2024

PENDAHULUAN

Kabupaten Indramayu terkenal sebagai lumbung padi Nasional. Produksi padi Kabupaten Indramayu merupakan yang tertinggi di Indonesia. Kabupaten Indramayu, memiliki luas panen padi 226.626 hektare (ha) dengan hasil produksi 1.363.312 ton gabah kering giling (GKG) atau setara 782.132 ton beras [1]. Usaha Penggilingan padi di Kabupaten Indramayu berjumlah 1.789 unit, didominasi dengan penggilingan padi skala

kecil sebanyak 1.560 unit, 196 unit penggilingan padi skala sedang dan 33 unit penggilingan padi [2] dan berpotensi tinggi menghasilkan limbah sekam padi.

Particle board merupakan produk yang terdiri dari kayu partikel yang terikat dengan perekat sintetis diproses melalui proses panas dan tekanan, menghasilkan panel dengan ketebalan akhir antara 3 mm dan 50 mm. Klasifikasi *particle board* menurut kepadatan terdiri dari sifat perekat, geometri partikel, dan fitur pelengkap lainnya [3]. Sekam padi sebagai papan partikel telah dikembangkan agar dapat menjadi bahan alternatif isolator khususnya penyimpanan dingin. Konduktivitas panas dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satunya adalah kepadatan pengisi dari papan partikel tersebut [4].

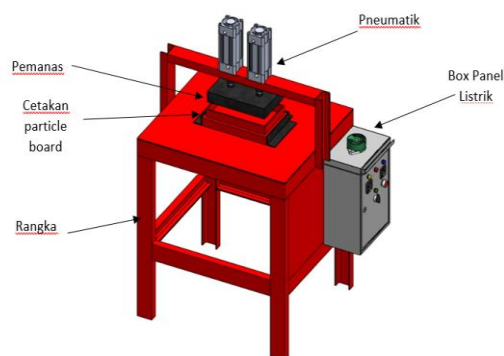
Dalam kehidupan sehari-hari, banyak produk yang dibuat dengan menggunakan mesin hot press manual. Contoh mesin hot press manual antara lain jok mobil, helm, plat baja, dan lain-lain, namun tidak menutup kemungkinan juga untuk memproduksi aksesoris buatan seperti bunga hias, motif buatan untuk pembuatan tas dan dompet. Industri ini merupakan peluang bisnis yang potensial karena bahan baku dan biaya produksinya sangat rendah, sehingga kami dapat menurunkan harga jual bahan-bahan tersebut. [5] Mesin *hot press* merupakan salah satu mesin yang dapat membentuk atau membuat *particle board* dengan system pemanasan dan pengepresan secara bersama-sama. Mesin Hot Press juga dapat dibuat dan dirancang dengan menggunakan system hidrolik [6]. Mesin hot press elektro-pneumatik dapat meningkatkan hasil produksi dan produktivitas [7].

Berdasarkan permasalahan diatas, untuk memaksimalkan dan memanfaatkan limbah sekam padi agar lebih bermanfaat, Penelitian ini bertujuan untuk rancang bangun mesin hot press untuk membuat *particle board* sekam padi dengan penekan menggunakan system pneumatic. Maka perlu adanya mesin *hot press particle board* sekam padi dengan system *pneumatic* untuk dapat dibuat menjadi produk turunan berupa *particle board*.

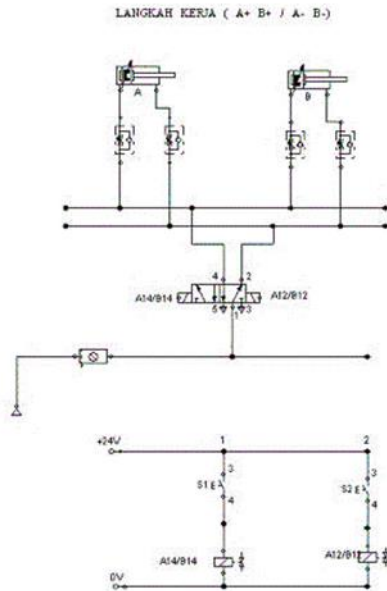
METODE

RSW Pada proses perancangan dan pembuatan mesin *hot press particle board* berbasis pneumatic, dilakukan suatu rancangan mesin dan proses fabrikasi dan perakitan, proses perancangan dilakukan dengan membuat desain 2D dan 3D dengan *Computer Aided Design* (CAD), dan Perhitungan *Finite Element Analysis* (FEA) dengan kondisi *static*. Rancangan proses pembuatan desain baik 2D maupun 3D dengan menggunakan software Solid works, adapun desain produk dan komponen utama dari mesin hot press sekam padi ditunjukkan pada **Gambar 1**.

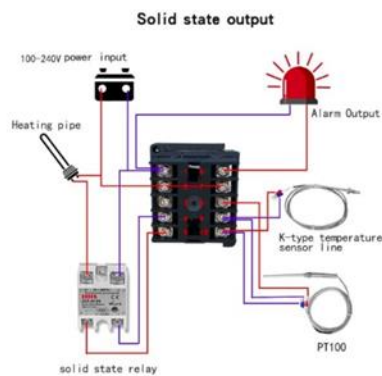
Gambar 1 menunjukkan desain mesin hot press dengan sistem pneumatic, dengan dua *actuator double acting*, dilengkapi dengan pengepres dan cetakan *particle board*. **Gambar 2** merupakan rangkaian sistem pneumatic dan elektro pneumatic yang digunakan pada mesin hot press *particle board* sekam padi. **Gambar 3** menunjukkan sistem rangkaian control dengan menggunakan *solid state relay* yang terintegrasi dengan thermostate dan sensor temperature berupa thermokopel type K.



Gambar 1. Desain Mesin Hot Press



Gambar 2. Rangkaian sistem pneumatik

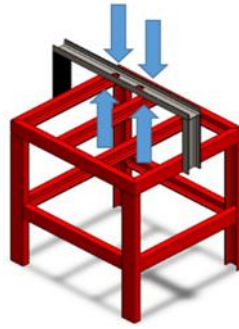


Gambar 3. Rangkaian sistem kontrol temperatur cetakan

HASIL EKSPERIMEN

Pembebanan

Rangka merupakan komponen utama yang berfungsi untuk menopang keseluruhan beban [8], rangka bawah terbuat dari besi UNP dengan dimensi 1372x800x700mm. **Gambar 4** menunjukkan pembebanan saat mesin dioperasikan pergerakan tekan ke arah kebawah memiliki beban tambahan berat pemanas 52 N, sehingga beban total ketika mesin beroperasi beban yang diterima yaitu 143 N terdistribusi pada alas UNP yang lebarnya 890 mm.



Gambar 4. Pembebanan Rangka Pada Mesin Hot Press

Perhitungan Kebutuhan Dimensi Piston

Untuk menentukan dan memilih dimensi pneumatic dilakukan terlebih dahulu perhitungan diameter piston pneumatic pada saat maju dan mundur, pneumatic yang digunakan dengan jenis double acting sebanyak dua aktuator, maka beban yang terjadi dengan berat cetakan atas 5 Kg dan gaya (F) untuk mendorong 250 Kg terbagi dengan dua aktuator, maka beban total untuk masing-masing aktuator, dengan tekanan maksimal (P) 0,9 MPa.

- Kondisi maju dengan perhitungan diameter piston [9];

$$F = \frac{D^2 \pi \cdot P}{4}$$

$$D^2 = \frac{4F}{\pi \cdot P}$$

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot P}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4.125Kg}{\pi \cdot 0,9MPa}} = 42 \text{ mm}$$

Dari hasil perhtungan besar diameter piston 42 mm, maka dapat dipilih besar piston 50 mm.

- Kondisi mundur perhitungan dengan perhitungan batang piston [9];

$$F = \frac{(D^2 - d^2) \pi \cdot P}{4}$$

$$D^2 - d^2 = \frac{4F}{\pi \cdot P}$$

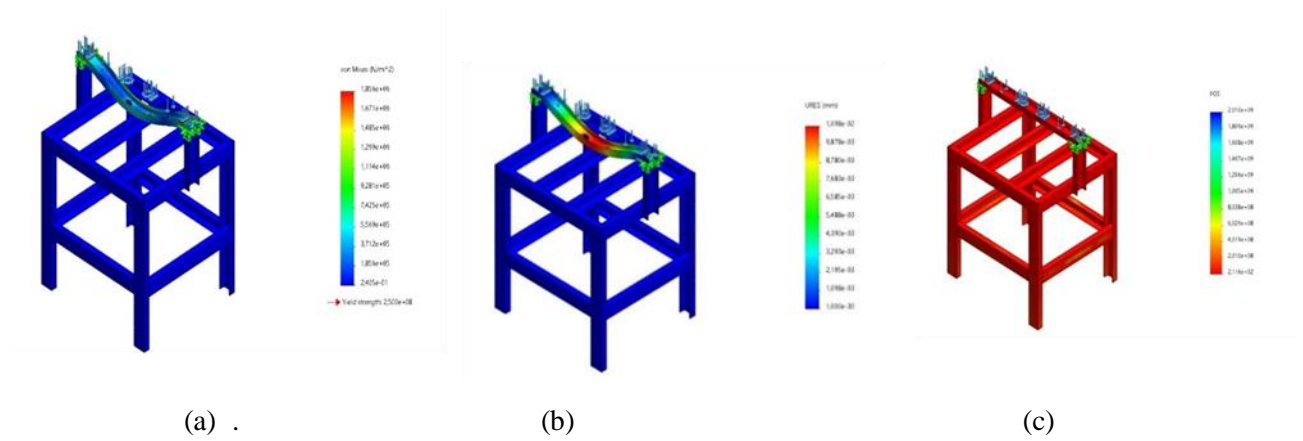
$$d = \sqrt{D^2 - \frac{4F}{\pi \cdot P}} = \sqrt{42^2 - \frac{4.130Kg}{\pi \cdot 5MPa}}$$

$$d = 10,64 \text{ mm}$$

Dari hasil perhtungan besar diameter batang piston 10,64 mm, maka dapat dipilih besar piston 13 mm.

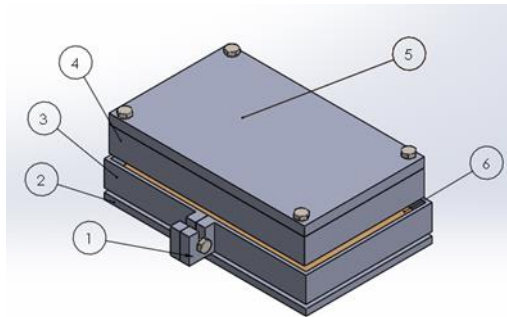
Finite Element Analysis

Perhitungan kekuatan pada rangka mesin hot press, dengan diberikan pembebanan pada rangka yang terjadi sebesar 143 N, untuk mengetahui von misses stress, displacement, dan safety of factor agar rangka mesin aman untuk digunakan [10], dapat dilakukan perhitungan dengan FEA sebagai berikut:



Gambar 5. Hasil FEA (a) Von Misses Stress, (b) Displacement, (c) Safety of Factor

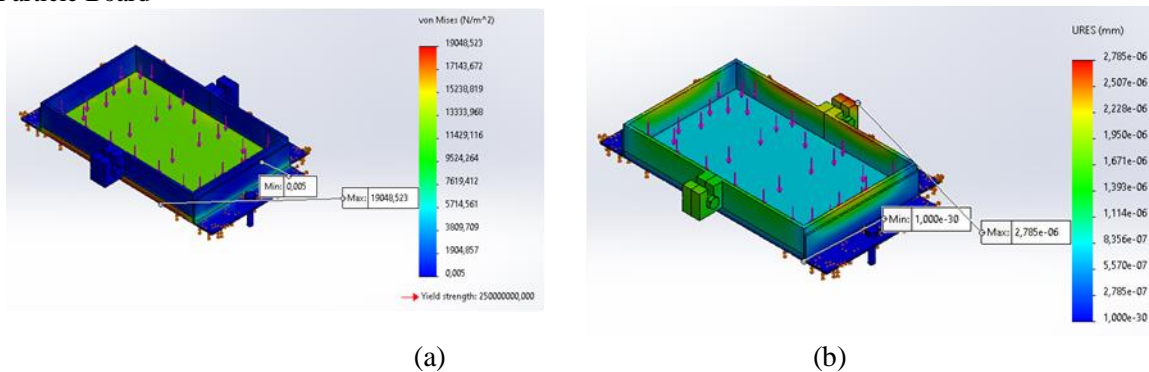
Gambar 5(a) merupakan hasil von misses stress dari pembebanan merata 143 N pada rangka, diperoleh von misses stress minimal sebesar $2,405e^{-1}N/m^2$ dan Von Misses Stress maksimal sebesar $1,856e^6N/m^2$ masih batas aman karena di atas nilai *yield strength* dari material yang digunakan. **Gambar 5(b)** didapatkan nilai *displacement* maksimal sebesar 1,098 mm. **Gambar 5(c)** Untuk *safety factor* atau faktor keamanan sebesar 2,01.

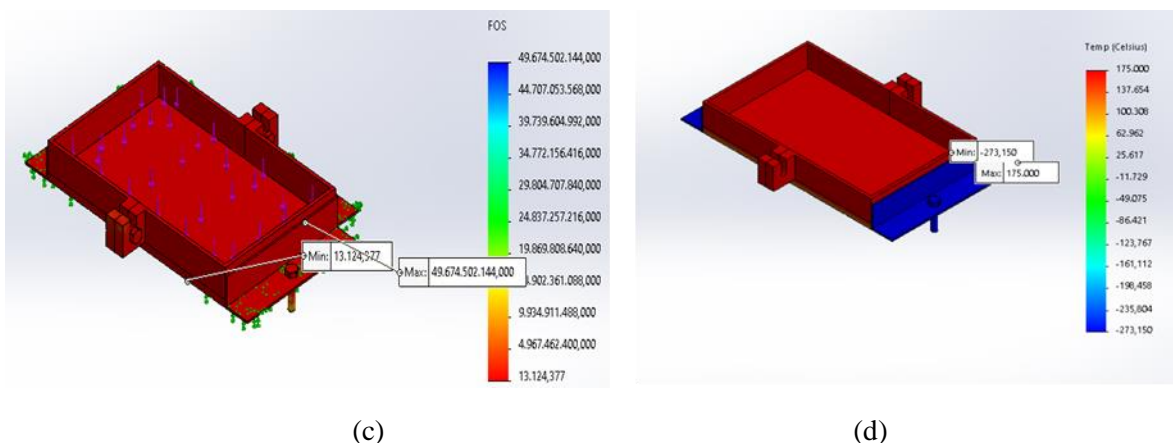


Gambar 6. Desain Cetakan Particle Board

Keterangan :

1. Pengunci Cetakan
2. Alas Cetakan
3. Cetakan
4. Tempat *Electric Heater*
5. Penutup Tempat *Electric Heater*
6. Particle Board





Gambar 7. Hasil FEA Cetakan *Hot Press* (a) *Von Mises Stress*, (b) Displacement, (c) SoF, (d) Distribusi Temperatur

Gambar 7 (a) tegangan (*Von Mises*) terbesar terjadi pada bagian alas cetakan yang berwarna merah sebesar $19048,523 \text{ N/mm}^2$ (Mpa) yang terhubung pada cetakan *hot press* dan tegangan terkecil ditunjukkan pada gambar berwarna biru muda hingga kuning sebesar $0,005 \text{ N/mm}^2$, **Gambar 7** (b) nilai Displacement terbesar terjadi di bagian berwarna merah pada bagian pengunci cetakan dan bagian dinding cetakan dengan pengunci dengan nilai $2,785 \text{ mm}$ yang mendapatkan beban secara langsung pada pengunci cetakan, **Gambar 7** (c) Pada hasil simulasi diatas didapati nilai *Factor Of Safety* minimum sebesar $13,124$ yang artinya dapat diasumsikan desain tersebut tidak aman, perlu ditinjau untuk ketebalan dinding cetakan. **Gambar 7** (d) merupakan simulasi distribusi temperature pada cetakan dengan temperature maksimum 175°C .

Pembuatan

Gambar 7 menunjukkan hasil pembuatan mesin *hot press particle board* dengan sistem pneumatic, dimana dilengkapi dengan sistem kelistrikan untuk on/off mesin hot press, pada saat di fungsikan secara bersamaan pemanas akan aktif beberapa menit sampai mencapai temperature yang di inginkan, yang mana dilengkapi dengan thermostate untuk mengendalikan temperature pada pemanas, dan pada saat melakukan pengepressan pada cetakan yang berisi sekam padi secara bersamaan dilakukan pemanasan.



(a)



(b)

Gambar 7. Hasil Pembuatan Mesin Hot Press Pneumatik (a) Mesin *Hot Press*, dan (b) *Particle Board*

KESIMPULAN

Hasil perancangan dan pembuatan mesin *hot press particle board* berbasis pneumatic, dapat di simpulkan hasil rancangan dan pembuatan dengan hasil dimensi mesin $1372 \times 800 \times 700 \text{ mm}$, temperature pemanas maksimal 175°C , dengan sistm pneumatic menggunakan dua actuator double acting, hasil von mises stress dari pembebanan merata 143 N pada rangka, diperoleh von mises stress minimal sebesar $2,405 \times 10^{-1} \text{ N/m}^2$ dan Von Mises Stress maksimal sebesar $1,856 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ masih batas aman karena di atas nilai *yield strength* dari

material yang digunakan, nilai *displacement* maksimal sebesar 1,098 mm. Untuk *safety factor* atau faktor keamanan sebesar 2,01. Pada cetakan dilakukan simulasi tegangan (*Von Mises*) terbesar terjadi pada bagian alas cetakan yang berwarna merah sebesar 19048,523 N/mm² (Mpa) yang terhubung pada cetakan *hot press* dan tegangan terkecil ditunjukkan pada gambar berwarna biru muda hingga kuning sebesar 0,005 N/mm², nilai *displacement* terbesar terjadi di pada bagian pengunci cetakan dan bagian dinding cetakan dengan pengunci dengan nilai 2,785 mm yang mendapatkan beban secara langsung pada pengunci cetakan. Pada hasil simulasi FEA didapati nilai *Factor Of Safety* minimum sebesar 13,124 yang artinya dapat diasumsikan desain tersebut tidak aman, perlu ditinjau untuk ketebalan dinding cetakan. Hasil simulasi distribusi temperature pada cetakan dengan temperature maksimum 175°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) atas dukungan pendanaan untuk kegiatan pengabdian pada masyarakat dan Jurusan Teknik atas dukungan sarana dan prasarana.

REFERENSI

1. Indramayu Bermartabat,(2022), Berharap Produksi Padi Meningkatkan, di akses pada Januari 2023 melalui <https://indramayukab.go.id/Berharap-Produksi-Padi-Meningkat/#:~:Text=DISKOMINFO%20INDRAMAYU%20%E2%80%93%20Kabupaten%20Indramayu%20terkenal.Atau%20setara%20782.132%20ton%20beras.>
2. Aulia, H. (2021). *Prospek usaha penggilingan padi Indramayu cv Fajar Jaya Nusantara* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
3. Bazzetto, J. T. D. L., Bortoletto, G., & Brito, F. M. S. (2019). Effect of particle size on bamboo particle board properties. *Floresta e ambiente*, 26.
4. Wibowo, H., Muhajir, K., Rusianto, T., & Arbintarso, E. (2008). Konduktivitas Termal Papan Partikel Sekam Padi. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 29-34.
5. Saputro, A. H. (2014). Analisa Hasil Pengujian Mesin Cetak Hot Press PNEUMATIK. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 1(02).
6. Hanifi, R. (2019). Rancang Bangun Mesin Hotpress Untuk Pembuatan Papan Komposit Berbasis Limbah Sekam Padi Dan Plastik Hdpe. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 2(1), 38-44.
7. Prayogi, A. S., Tanjung, I., & Yuniarsih, P. (2013, December). Mesin Hot Embossing Pallet Plastik. In *Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional Program Kreativitas Mahasiswa-Teknologi 2013*. Indonesian Ministry of Research, Technology and Higher Education.
8. Subekhi, T. U. A., Heryana, G., & Rajab, D. A. (2023). Rancang Bangun Mesin Pencacah Nangka Muda Sebagai Bahan Produksi Makanan Megono. *Journal of Applied Mechanical Technology*, 2(1), 1-9.
9. Subhan, M., & Satmoko, A. (2017). Penentuan Dimensi Dan Spesifikasi Silinder Pneumatik Untuk Pergerakan Tote Iradiator Gamma Multiguna Batan. *Jurnal Perangkat Nuklir*, 10(2).
10. Rohmat, Y. N., Akbar, R. M., Van Gunawan, L., & Nugroho, O. A. (2022). Perancangan Mesin Penggulung Dinamo Semi-Otomatis. *Journal of Applied Mechanical Technology*, 1(1), 36-45.