

PERANCANGAN ULANG CETAKAN BRIKET PADA MESIN PRESS HIDROLIK

Muhammad Haykal Ibnu Farhandy
Program Studi Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
farhandyhaykal@student.telkomunivers
ity.ac.id

Dr. Agus Kusnayat S.T., M.T
Program Studi Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
guskus@telkomuniversity.ac.id

Dr. Yusuf Nugroho Doyo Yekti S.T.,
M.T.
Program Studi Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
doyoyekti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Di Telkom University telah tersedia prototipe mesin press hidrolik, namun cetakan briket eksisting masih memiliki beberapa. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya perbaikan desain cetakan agar proses produksi briket menjadi lebih efisien dan andal. Penelitian ini bertujuan menghasilkan rancangan usulan cetakan briket pada mesin press hidrolik yang tidak lengket serta memiliki kekuatan struktural yang lebih baik dibandingkan cetakan sebelumnya. Pendekatan yang digunakan adalah perancangan ulang (redesign) dengan reverse engineering sebagai tahap awal pengambilan data, meliputi pengamatan dan pengukuran cetakan eksisting, pemindaian 3D menggunakan Einstar 3D Scanner, dan rekonstruksi model CAD. Desain usulan kemudian dikembangkan melalui penyesuaian geometri dan pemilihan material, lalu dievaluasi menggunakan Autodesk Inventor melalui simulasi tegangan Von Mises, displacement, dan safety factor. Setelah itu, cetakan usulan diuji pada mesin untuk menilai kemudahan pelepasan briket dan waktu pengeringan. Hasil simulasi menunjukkan displacement maksimum sekitar 0,003 mm, yang mengindikasikan deformasi tidak berlebihan pada kondisi pembebanan yang digunakan. Hasil uji fungsional juga memperlihatkan briket lebih mudah dilepas dan waktu pengeringan lebih singkat dibandingkan cetakan eksisting. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan pengembangan lanjutan cetakan briket serta penerapan 3D scanning untuk perancangan ulang komponen sejenis.

Kata kunci: briket biomassa, mesin press hidrolik, cetakan briket, perancangan ulang (redesign), reverse engineering, 3D Scanner.

I. PENDAHULUAN

Permintaan energi dunia terus meningkat seiring pertumbuhan populasi dan industrialisasi, menciptakan tekanan pada sistem penyediaan energi global. Ketergantungan terhadap energi fosil masih sangat tinggi dengan dampak lingkungan serius berupa emisi gas rumah kaca yang berkontribusi pada perubahan iklim. Menurut International Energy Agency (2023), sektor energi bertanggung jawab atas lebih dari 70% emisi CO₂ global, menandakan urgensi transisi energi menuju sumber yang lebih bersih[1].

Biomassa memiliki karakteristik fleksibel karena dapat dikonversi menjadi energi padat, cair, dan gas melalui berbagai teknologi. International Renewable Energy Agency (IRENA, 2022) mencatat bahwa biomassa menyumbang sekitar 9% dari total konsumsi energi dunia. Di Indonesia, potensi energi biomassa

mencapai 32,6 GW namun realisasinya baru sekitar 8,3% atau setara 2,7 GW, menunjukkan kesenjangan besar antara potensi dan pemanfaatan aktual[2].

Briket biomassa merupakan salah satu bentuk konversi paling efisien untuk skala rumah tangga hingga industri kecil dengan nilai kalor mencapai 4000-5000 kkal/kg, densitas energi besar, dan pembakaran lebih bersih dibandingkan kayu bakar tradisional. Untuk mendukung pengembangan teknologi ini, Telkom University memiliki prototipe mesin press hidrolik yang dapat digunakan sebagai mesin pencetak briket, namun cetakan eksisting menunjukkan beberapa permasalahan kritis[3].

Uji coba pada cetakan eksisting konfigurasi 10 lubang silinder (dimensi 21 cm × 15 cm × 6,5 cm) mengungkapkan tiga masalah utama: (1) briket lengket pada dinding cetakan sehingga sulit dilepas dalam kurun waktu >120-150 menit, (2) hasil cetak sering hancur saat diangkat, dan (3) cetakan mengalami deformasi pada dinding samping setelah penggunaan berulang[4]. Kondisi ini menunjukkan bahwa desain cetakan belum mendukung proses produksi briket yang efisien dan andal.

Penelitian ini bertujuan merancang cetakan briket usulan yang tidak lengket dan memiliki kekuatan struktural lebih baik. Metode yang digunakan adalah reverse engineering dimulai dari pengamatan cetakan eksisting, pemindaian 3D, rekonstruksi CAD, hingga redesign geometri dan pemilihan material yang tepat.

II. KAJIAN TEORI

A. Reverse Engineering

Reverse engineering adalah proses sistematis untuk mengekstrak pengetahuan dan desain dari objek fisik atau sistem yang telah ada, guna memahami cara kerjanya, memperbaiki desain, atau menciptakan produk yang lebih baik. Menurut Otto dan Wood (1998), reverse engineering terdiri dari beberapa tahapan: investigasi dan hipotesis, pengalaman konkret, pemodelan, analisis desain, redesign, manufaktur, dan finishing produk[5]. Tahapan investigasi melibatkan observasi menyeluruh terhadap produk eksisting untuk memahami fungsionalitas dan permasalahannya. Pengalaman konkret mencakup pengujian langsung untuk mengetahui perilaku produk dalam kondisi operasional. Pemodelan melibatkan pembangunan representasi digital melalui teknologi scanning dan rekonstruksi CAD. Analisis desain menggunakan simulasi untuk mengevaluasi performa struktur, sementara redesign menghasilkan solusi perbaikan berdasarkan temuan analisis[5].

B. Teknologi 3D Scanning

3D scanning adalah teknologi yang menggunakan perangkat optik atau sensor untuk menangkap geometri tiga dimensi objek fisik dan mengkonversinya menjadi model digital (point cloud) yang dapat diproses lebih lanjut. Dalam reverse engineering, 3D scanning memainkan peran krusial untuk mendapatkan data geometri akurat sebagai dasar rekonstruksi CAD[6].

Einstar 3D Scanner adalah perangkat scanning berkualitas tinggi yang dapat menghasilkan point cloud dengan akurasi tinggi. Spesifikasi teknisnya meliputi single-shot imaging, wide field of view, dan kemampuan menangkap detail struktur kompleks dengan resolusi pixel hingga 0,1 mm[6].

C. Analisis Struktur

Analisis Struktur digunakan untuk mengevaluasi perilaku struktur di bawah beban. Parameter utama yang dianalisis meliputi tegangan Von Mises (untuk mendeteksi deformasi plastis), displacement (perpindahan), dan *safety factor* (faktor keamanan). Dalam konteks cetakan briket, analisis ini memastikan bahwa struktur dapat menahan tekanan kerja hidrolik tanpa mengalami deformasi berlebih[7].

III. METODE

A. Pengumpulan Data

Penelitian dimulai dengan observasi terhadap mesin press hidrolik dan cetakan eksisting di Telkom University. Pengukuran dimensi dilakukan untuk mendokumentasikan geometri cetakan, dan uji fungsional dilakukan untuk mengetahui karakteristik permasalahan (lamanya pengeringan, kemudahan pelepasan briket, dan deformasi struktur). Kuesioner kepada UMKM, ahli permesinan, dan pengguna awam dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna terhadap sistem cetakan[4].

B. Tahapan Reverse Engineering

Pemindaian 3D: Cetakan eksisting dipindai menggunakan Einstar 3D Scanner dengan proses kalibrasi white balance, penempatan marker pada objek, dan pemindaian multi-sudut untuk menangkap detail geometri lengkap. Hasil pemindaian menghasilkan point cloud dengan resolusi tinggi[6].

Rekonstruksi CAD: Point cloud diproses melalui tahap editing (menghapus noise dan outlier), generate mesh, dan meshing untuk menghasilkan model STL yang dapat dibuka di perangkat lunak CAD. Model kemudian direkonstruksi menjadi solid part menggunakan Autodesk Inventor[6].

Redesain: Berdasarkan analisis permasalahan cetakan lama, desain usulan menerapkan perubahan geometri untuk meningkatkan kemudahan pelepasan briket dan mengurangi lengket, serta pemilihan material baja karbon rendah (mild steel) untuk meningkatkan kekuatan struktur[4].

C. Simulasi dan Uji Coba

Model CAD usulan dianalisis menggunakan Autodesk Inventor melalui simulasi tegangan Von Mises, displacement, dan safety factor dengan kondisi beban sesuai tekanan kerja mesin. Hasil simulasi kemudian divalidasi melalui uji coba langsung pada mesin press hidrolik untuk melihat kemudahan pelepasan briket dan waktu pengeringan[7].

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

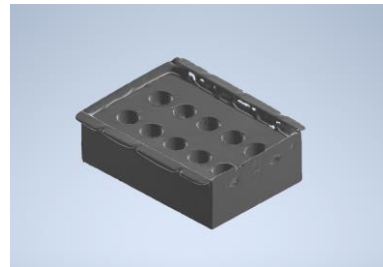
A. Data Cetakan Eksisting

Cetakan eksisting memiliki konfigurasi 10 lubang silinder dengan dimensi 21 cm × 15 cm × 6,5 cm. Material menggunakan plat besi dengan ketebalan dinding rata-rata 2,5 cm. Hasil pengujian awal menunjukkan bahwa briket tidak dapat diangkat dengan mudah dalam 120 menit pertama, sering mengalami kerusakan saat dilepas setelah 140 menit, dan cetakan mengalami deformasi visual pada dinding samping[4].

B. Hasil 3D Scanning dan Rekonstruksi CAD

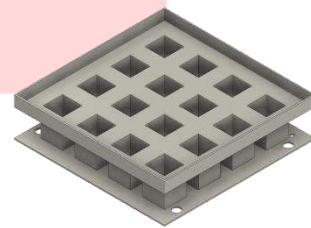
Pemindaian 3D menggunakan Einstar 3D Scanner berhasil menghasilkan point cloud, yang kemudian dilakukan *editing noise*

yang terjadi akibat pantulan cahaya dan material reflektif pada permukaan cetakan. Hasil meshing menghasilkan model STL dengan triangulasi optimal.



Gambar 1 Hasil Akhir 3D Scan

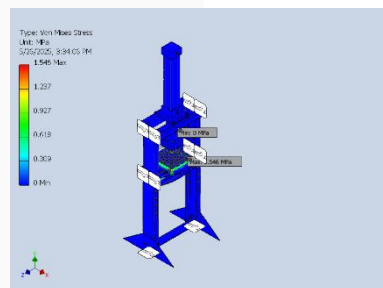
Model ini kemudian direkonstruksi dalam Autodesk Inventor sebagai solid part yang menjadi dasar untuk simulasi dan redesain[6].



Gambar 2 Hasil redesain

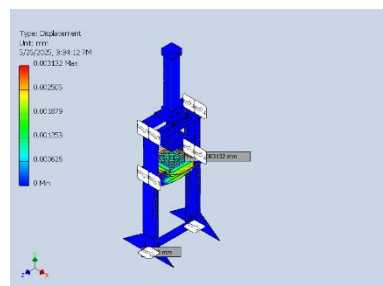
C. Hasil Simulasi Struktur

Simulasi Von Mises stress pada cetakan usulan menunjukkan distribusi tegangan relatif merata dengan nilai maksimum pada area dinding cetakan yang menerima beban lateral.



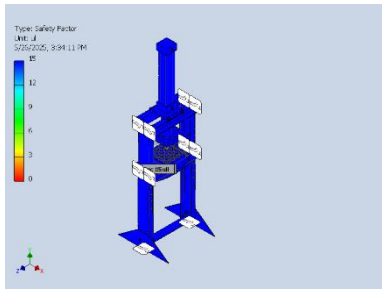
Gambar 3 Hasil simulasi Von Misses stress

Displacement maksimum mencapai sekitar 0,003 mm, menunjukkan deformasi minimal di bawah kondisi beban kerja yang disimulasikan.



Gambar 4 Hasil simulasi Displacement

Safety factor di seluruh struktur bernilai >1, mengindikasikan bahwa material mampu menahan beban tanpa mencapai titik plastis[7].



Gambar 5 Hasil simulasi *safety factor*

Berikut dibawah merupakan tabel dari semua simulasi yang dilakukan.

Tabel 1: Hasil Simulasi Cetakan Usulan

Parameter	Nilai	Satuan
Von Mises Stress (Maksimum)	240	MPa
Displacement (Maksimum)	0,003	mm
Safety Factor (Minimum)	2,1	-
Material Yield Strength	250	MPa

D. Hasil Uji Coba Fungsional

Uji coba pada mesin press hidrolik menunjukkan bahwa cetakan usulan menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan cetakan lama:

1. Kemudahan Pelepasan: Briket dapat dilepas dengan mudah dalam waktu <30 menit tanpa perlu dipaksa, berbeda dengan cetakan lama yang memerlukan >120 menit.
2. Waktu Pengeringan: Waktu pengeringan berkurang 60-90 menit, signifikan lebih cepat dari 120-150 menit pada cetakan lama.
3. Integritas Struktur: Tidak ada deformasi visual pada dinding cetakan setelah 10 siklus penggunaan berturut-turut, menunjukkan kekuatan material yang lebih memadai.

Tabel 2: Perbandingan Cetakan Eksisting dan Usulan

Aspek	Cetakan Eksisting	Cetakan Usulan
Waktu Pengeringan (menit)	120-140 menit	< 30 menit
Deformasi Dinding	Ada	Tidak

Material	Plat besi	Mild steel
----------	-----------	------------

E. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan geometri pada desain usulan, khususnya pada sudut dinding dan permukaan kontak, berhasil mengurangi adhesi (lengket) antara briket dan dinding cetakan. Permukaan yang dioptimalkan dan pemilihan material mild steel yang memiliki yield strength lebih tinggi memberikan kekuatan struktural lebih baik sehingga mampu menahan tekanan kerja hidrolik tanpa deformasi plastis[7].

Displacement maksimum 0,003 mm berada jauh di bawah toleransi praktis (0,1 mm) untuk sistem ini, memastikan bahwa perubahan geometri minimal yang dapat menyebabkan penyimpangan hasil cetak. Kombinasi antara analisis FEA, validasi eksperimental, dan optimasi material merupakan pendekatan yang efektif dalam pengembangan komponen mesin berbasis reverse engineering[5].

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang cetakan briket usulan pada mesin press hidrolik menggunakan metode reverse engineering berbasis 3D scanning. Desain usulan menunjukkan peningkatan signifikan dalam tiga aspek utama: (1) mempercepat waktu pengeringan dari 120-150 menit menjadi < 30 menit, dan (2) menghilangkan deformasi dinding cetakan setelah penggunaan berulang.

Simulasi struktur menggunakan FEA menunjukkan bahwa desain usulan memiliki displacement maksimum 0,003 mm dan safety factor >2, memastikan ketahanan material terhadap beban kerja yang diberikan. Hasil validasi fungsional membuktikan bahwa cetakan usulan lebih layak digunakan dalam proses pencetakan briket dibandingkan desain sebelumnya.

Penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi pengembangan lanjutan teknologi cetakan briket dan penerapan reverse engineering berbasis 3D scanning pada komponen mesin serupa di lingkungan akademik dan industri.

REFERENSI

[1] International Energy Agency, "IEA Statistics," Internet: www.iea.org, 2023 [Accessed Jan. 15, 2026].

[2] International Renewable Energy Agency (IRENA), "World Energy Outlook 2023," Internet: www.irena.org, 2022 [Accessed Jan. 15, 2026].

[3] M. H. I. Farhandy, "Perancangan cetakan briket pada mesin press hidrolik menggunakan metode reverse engineering," Tugas Akhir, Universitas Telkom, Bandung, 2026.

[4] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2024*. Jakarta: KESDM, 2024.

[5] K. T. Ulrich and S. D. Pearson, *Product Design and Development*. 7th ed. New York: McGraw-Hill, 2020.

[6] Shining 3D Technology, "Einstar 3D Scanner User Manual," Internet: www.shining3d.com, 2019 [Accessed Jan. 15, 2026].

[7] Autodesk, "Autodesk Inventor Simulation Documentation," Internet: www.autodesk.com/inventor, 2024 [Accessed Jan. 15, 2026].