

Pengembangan Mesin *Press* Sepatu untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi UMKM

Fidelis Gigih Triatmaja^{*1}, Hieronimus Vikko Purohita², A.Y. Novi Misgi³, Anton Soesilo⁴

¹⁻⁴ Prodi Teknik Mesin Industri, Politeknik ATMI Surakarta, Indonesia

E-mail: fidelis.gigih@atmi.ac.id^{*1}, vikko.purohita@atmi.ac.id², novi.misgi@atmi.ac.id³, anton.20211007@student.atmi.ac.id⁴

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan mesin *press* sepatu guna meningkatkan efisiensi dan kualitas proses pengepresan sol sepatu pada industri kecil dan menengah (UMKM). Metode VDI 2221 digunakan dalam proses perancangan, yang terdiri dari tahap identifikasi kebutuhan, perancangan konsep, perancangan bentuk, serta perancangan detail. Mesin ini dirancang menggunakan sistem hidrolik dengan rangka besi *hollow* dan mekanisme pegas spiral untuk memastikan tekanan yang merata pada seluruh permukaan sepatu. Pengujian dilakukan dengan mempertimbangkan parameter seperti tekanan pengepresan, waktu *idling* pengeleman, serta jenis busa *rebonded* yang digunakan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa mesin ini mampu meningkatkan kapasitas produksi dari satu sepatu per pengepresan menjadi sepasang sepatu sekaligus, dengan kekuatan tekan sebesar 4900 N. Selain itu, mesin ini mempercepat proses pengepresan hingga dua kali lebih efisien dibandingkan metode sebelumnya. Namun, hasil pengepresan masih perlu ditingkatkan pada bagian ujung sepatu agar lebih merata. Mesin *press* sepatu yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi solusi bagi UMKM dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas perbaikan sepatu.

Kata kunci: mesin *press* sepatu; efisiensi produksi; busa *rebonded*; UMKM; VDI 2221

Abstract. This study aims to develop a shoe press machine to improve the efficiency and quality of the sole pressing process in small and medium-sized enterprises (SMEs). The VDI 2221 method was used in the design process, consisting of the stages of needs identification, concept design, form design, and detailed design. The machine is designed using a hydraulic system with a hollow steel frame and a spiral spring mechanism to ensure even pressure distribution across the shoe surface. Testing was conducted by considering parameters such as pressing pressure, glue idling time, and the type of rebonded foam used. Evaluation results indicate that this machine can increase production capacity from pressing a single shoe at a time to pressing a pair simultaneously, with a pressing force of 4900 N. Additionally, the machine improves pressing efficiency by up to twice compared to previous methods. However, the pressing results still need improvement at the shoe edges for a more uniform finish. The developed shoe press machine is expected to be a viable solution for SMEs to enhance productivity and shoe repair quality.

Keywords: shoe press machine; production efficiency; rebonded foam; small and medium enterprises (SMEs); VDI 2221

1. Pendahuluan

Industri sepatu terus berkembang seiring dengan meningkatnya permintaan akan alas kaki yang berkualitas dan tahan lama. Di Indonesia, sektor ini tidak hanya didominasi oleh produsen besar tetapi juga didukung oleh usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) yang bergerak dalam produksi dan perbaikan sepatu. Salah satu aspek penting dalam industri ini adalah proses *reglue* atau pengeleman ulang sol sepatu, yang memungkinkan sepatu dapat digunakan lebih lama, mengurangi limbah industri, serta meningkatkan nilai ekonomisnya. UMKM yang bergerak dalam bidang ini memiliki peran strategis dalam memperpanjang umur pakai sepatu serta mendukung keberlanjutan industri melalui praktik daur ulang bahan.

Salah satu UMKM yang menghadapi tantangan dalam proses *reglue* adalah Sambo Shoes, yang berlokasi di Kecamatan Laweyan, Surakarta. Berdiri sejak tahun 2015, UMKM ini menawarkan berbagai layanan seperti perbaikan, pencucian, *repaint*, serta penjualan sepatu bekas dalam kondisi layak pakai. Meskipun memiliki permintaan tinggi, Sambo Shoes mengalami kendala dalam proses pengepresan sol sepatu. Mesin yang digunakan saat ini hanya mampu mengepres satu sepatu dalam satu waktu, menyebabkan keterbatasan kapasitas produksi dan waktu pengerjaan yang lebih lama. Selain itu, kualitas hasil pengepresan masih kurang optimal, terutama di bagian ujung dan sisi sepatu, yang berdampak pada daya rekat sol dan ketahanan sepatu yang direparasi.

Dalam seminggu, Sambo Shoes menerima rata-rata 50 pasang sepatu untuk direparasi, namun dengan keterbatasan mesin yang ada, UMKM ini tidak dapat memenuhi target produksi secara optimal. Waktu pengerjaan yang lama menyebabkan antrean panjang serta keluhan dari pelanggan yang mengharapkan penyelesaian lebih cepat. Selain itu, hasil pengepresan yang tidak merata mengurangi kualitas dan keandalan sol sepatu yang direkatkan, sehingga berpotensi menurunkan kepuasan pelanggan.

Berdasarkan permasalahan ini, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan mesin *press* sepatu yang lebih optimal dengan menerapkan metode VDI (*Verein Deutscher Ingenieure*) 2221, sebuah pendekatan sistematis dalam desain dan pengembangan produk teknik. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan spesifik UMKM, mengevaluasi berbagai alternatif desain, serta mengoptimalkan performa mesin agar lebih efisien dan efektif dalam proses pengepresan sol sepatu. Salah satu inovasi yang diterapkan adalah penggunaan busa *rebonded* sebagai media pengepresan, yang berfungsi untuk mendistribusikan tekanan secara lebih merata pada seluruh permukaan sepatu.

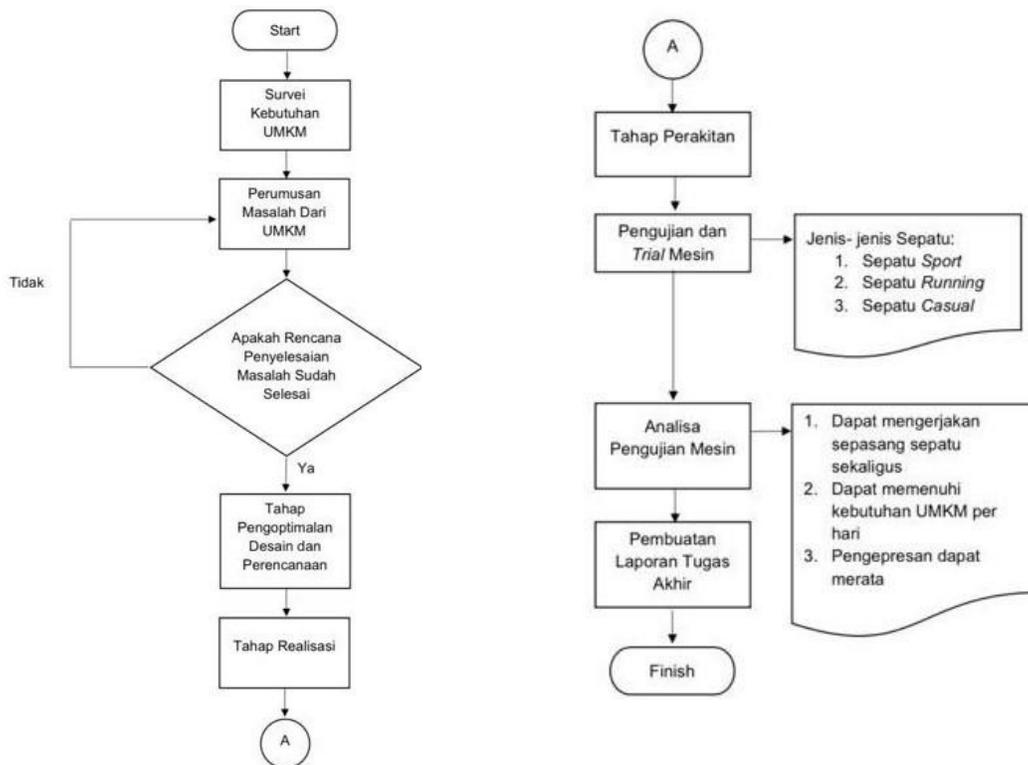
Dengan adanya pengembangan ini, mesin *press* yang dirancang diharapkan mampu meningkatkan efisiensi produksi, serta menghasilkan kualitas pengeleman yang lebih seragam. Mesin ini juga dirancang agar memiliki ergonomi yang lebih baik, sehingga operator dapat menggunakannya dengan lebih mudah dan nyaman. Selain itu, aspek daya tahan dan biaya produksi juga dipertimbangkan agar mesin dapat digunakan dalam jangka panjang tanpa meningkatkan beban operasional UMKM.

Metode VDI 2221 adalah pendekatan sistematis untuk merancang dan mengembangkan produk teknis. Metode ini terdiri dari empat tahap utama: klarifikasi tugas, desain konseptual, desain perwujudan, dan desain detail [1]. Metode ini telah diterapkan di berbagai proyek rekayasa, seperti merancang mesin pencetak pakan ikan [2]. Metode VDI 2221 sangat membantu para insinyur pemula, karena metode ini memberikan penjelasan rinci untuk setiap tahap proses desain [1]. Pendekatan serupa, metode VDI 2222, telah digunakan untuk merancang meja pencelupan batik yang ergonomis, yang mengakibatkan berkurangnya kelelahan pekerja dan perbaikan postur tubuh [3]. Studi-studi ini menunjukkan fleksibilitas dan efektivitas metode VDI dalam mengatasi berbagai tantangan desain teknik di berbagai industri. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan produktivitas UMKM seperti Sambo Shoes tetapi juga memberikan wawasan baru dalam penerapan metode rekayasa desain dalam industri sepatu.

2. Metode

Bagian ini menjelaskan kronologis penelitian, meliputi desain penelitian, prosedur penelitian, cara pengujian dan akuisisi data, dll. Langkah-langkah penelitian ini dipastikan sesuai dengan tujuan penelitian seperti yang dituliskan pada bagian Pendahuluan. Deskripsi jalannya penelitian harus didukung referensi, sehingga penjelasan dapat diterima secara ilmiah. Penggunaan gambar, tabel, dan persamaan dapat dilihat pada penjelasan berikutnya.

Penelitian ini menggunakan metode VDI 2221, yang merupakan pendekatan sistematis dalam perancangan dan pengembangan produk teknik. Metode ini dikembangkan oleh *Verein Deutscher Ingenieure* (VDI) atau Persatuan Insinyur Jerman, yang bertujuan untuk menghasilkan desain yang optimal berdasarkan kebutuhan pengguna dan batasan teknis yang ada. Metode ini terdiri dari beberapa bagian yaitu perancangan dan penjelasan tugas, perancangan konsep produk, perancangan bentuk produk, dan perancangan detail [4]. *Flowchart* dari tahapan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart penelitian

2.1. Perancangan dan Penjelasan Tugas

Fase pertama dalam metode VDI 2221 adalah perancangan dan penjelasan tugas. Pada tahap ini, kebutuhan pelanggan dan spesifikasi teknis produk sangat penting untuk dianalisis secara mendalam [5]. Menganalisis kebutuhan pelanggan dan spesifikasi teknis penting untuk merancang produk yang kompetitif dalam usaha kecil dan menengah [6]. Informasi yang dikumpulkan meliputi persyaratan fungsional, batasan biaya,

regulasi industri, dan aspek lingkungan. Selain itu, dilakukan identifikasi masalah serta tujuan yang ingin dicapai dalam perancangan produk.

2.2. Perancangan Konsep Produk

Setelah tugas perancangan didefinisikan dengan jelas, langkah berikutnya adalah merancang konsep produk. Fase ini melibatkan eksplorasi berbagai solusi alternatif dan pemilihan konsep terbaik berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Metode evaluasi seperti matriks keputusan, analisis morfologi, dan metode *QFD (Quality Function Deployment)* sering digunakan dalam tahap ini. Analisis morfologi merupakan metode penting dalam perancangan konsep produk, memungkinkan eksplorasi berbagai solusi untuk masalah multi-dimensi non-kuantitatif [7]. Metode ini menggunakan peta atau *chart* morfologi untuk memfasilitasi pemikiran divergen dan logis secara bersamaan dalam proses desain kreatif [8], [9].

Pendekatan ini telah diterapkan dalam berbagai proyek desain, termasuk perancangan alat keramas *portable* untuk pasien rumah sakit [7] dan desain produk dengan inspirasi gaya *Art Deco* dan *Art Nouveau* [8], [9]. Selain analisis morfologi, teknik lain seperti analisis sentimen juga digunakan dalam perancangan produk untuk memahami keinginan dan kebutuhan konsumen. Analisis sentimen sering diintegrasikan dengan metode perancangan produk seperti QFD, metode Kano, dan metode Kansei [10]. Pada penelitian ini, analisis morfologi akan digunakan dalam perancangan konsep produk.

2.3. Perancangan Bentuk Produk

Penelitian terbaru menyoroti semakin pentingnya pembuatan prototipe dalam desain dan pengembangan produk di berbagai industri. Model prototipe telah berhasil diterapkan dalam mengembangkan aplikasi pendaftaran perjalanan [11] dan media pemasaran digital [12], yang menunjukkan keefektifannya dalam menyelaraskan produk dengan kebutuhan pengguna dan permintaan pasar. Pembuatan prototipe diakui sebagai langkah penting dalam pengembangan sistem informasi, memfasilitasi komunikasi yang lebih baik antara pengembang dan pengguna [13].

Teknologi canggih seperti *Augmented Reality (AR)* diintegrasikan ke dalam proses pembuatan prototipe, terutama dalam pengembangan aplikasi seluler untuk *e-commerce*, meningkatkan visualisasi desain dan efisiensi [14]. Meskipun pembuatan prototipe menawarkan banyak manfaat, termasuk respons pasar yang lebih cepat dan interaksi pengguna yang lebih baik, tantangan seperti manajemen sumber daya yang efisien dan menjaga konsistensi antara prototipe dan produk akhir telah diidentifikasi [11].

Fase ketiga dalam metode VDI 2221 pada penelitian ini adalah perancangan bentuk produk, di mana konsep yang telah dipilih dikembangkan menjadi model yang lebih konkret. Pada tahap ini, aspek teknis seperti geometri produk, bahan yang digunakan, dan metode manufaktur mulai diperhitungkan. Desain produk biasanya divisualisasikan dalam bentuk sketsa, model CAD (*Computer Aided Design*), atau prototipe awal untuk memastikan bahwa solusi yang diusulkan dapat diwujudkan secara praktis.

2.4. Perancangan Detail

Simulasi rekayasa berbantuan komputer (CAE) dan analisis elemen hingga merupakan alat bantu yang sangat penting dalam desain dan pengembangan produk. Simulasi CAE dapat memprediksi kegagalan produk dan mengoptimalkan parameter cetakan injeksi, seperti yang ditunjukkan dalam sebuah studi tentang sampul depan plastik [15]. Analisis elemen hingga digunakan untuk mengevaluasi perilaku mekanis rangka mesin, menilai tegangan maksimum, perpindahan, dan faktor keamanan sebelum produksi [16].

Proses desain produk melibatkan beberapa tahap, termasuk pemilihan produk, desain awal, konstruksi prototipe, pengujian, dan desain akhir [5]. Dalam industri manufaktur, penanganan material yang

efisien sangat penting untuk memaksimalkan efisiensi proses dan kualitas produk. Sebuah studi tentang produksi kayu merekomendasikan perancangan sistem penanganan material yang cepat dan akurat untuk mengoptimalkan proses [17]. Teknik-teknik ini memastikan kinerja, keandalan, dan kesiapan produk untuk produksi dengan tetap mempertimbangkan spesifikasi material dan toleransi dimensi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengumpulan Data Awal

Perancangan sistem merupakan suatu kegiatan untuk menggambarkan dan memenuhi kebutuhan UMKM. Metode pengumpulan data digunakan untuk membantu kelompok supaya mendapatkan data-data yang dibutuhkan untuk perancangan sistem. Kelompok melakukan observasi di UMKM Sambo Shoes untuk mengumpulkan data-data tersebut. Data tersebut yang nantinya akan digunakan untuk membantu kelompok dalam merancang desain dan kebutuhan dari mesin *press* sepatu. Hasil observasi awal yang dilakukan menghasilkan *wishlist* yang tertampil pada Tabel 1.

Tabel 1. *Wishlist* Sambo Shoes

Faktor	D / W	Persyaratan
Geometri	D	Dimensi ukuran tidak boleh lebih dari 60cm x 60cm x 90cm)
Perakitan	D	Suku cadang mudah didapat
Biaya	W	Biaya pembuatan tidak mahal
Material	D	Bahan kuat, kokoh, dan tahan karat
	W	Material mudah didapat
Keselamatan	D	Pengoperasian tidak membahayakan operator
Ergonomi	W	Rangka tidak rumit
	W	Bisa untuk ukuran sepatu 36 - 45
Produksi	D	Dapat mengenai permukaan sol secara rata
	D	Operasional mudah
Perawatan	W	Sebisa mungkin <i>free maintenance</i>
Transportasi	W	Mudah dipindahkan
	W	Mampu diangkut tanpa alat bantu

Keterangan:

D: *Demands* (keharusan) yaitu permintaan yang merupakan kehendak yang harus dipenuhi.

W: *Wishes* (keinginan) yaitu harapan yang merupakan kehendak yang akan diambil bilamana memungkinkan.

3.2. Pembuatan Matriks Kebutuhan

Sebelum melakukan proses desain, beberapa data harus ditentukan keterkaitan antara satu dengan yang lain. Berikut merupakan pembahasan prinsip fungsi dari setiap komponen, untuk mengetahui komponen mana yang lebih baik dan lebih cocok untuk digunakan. Pembahasan prinsip struktur fungsi dapat dilihat pada Tabel 2.

Penjelasan fungsi komponen mesin *press* sepatu:

1. Fungsi dari sistem *press* yaitu memberikan gaya untuk menekan sepatu supaya terjadi tekanan antara bagian sol sepatu dan busa / alas *press*.
2. Fungsi dari rangka yaitu sebagai pondasi / base untuk berbagai komponen dari alat *press* ini.
3. Fungsi dari alas / busa *press* yaitu sebagai penahan gaya dari sistem *press* supaya sepatu mendapat tekanan.
4. Penahan atas ini terbuat dari bahan yang kuat dan tahan lama seperti baja atau paduan logam lainnya, dan dirancang untuk menahan tekanan yang cukup tinggi tanpa mengalami deformasi.
5. Pegas diperlukan untuk mengembalikan ke posisi awal ketika dongkrak dalam keadaan *standby* agar tidak menunggu terlalu lama untuk mengembalikan posisi awal dongkrak.

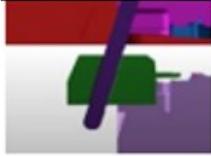
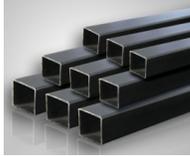
Dari struktur fungsi yang sudah teridentifikasi, kemudian dicari opsi dari solusi-solusi yang ada, opsi ini bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Struktur Fungsi

No	Komponen	Fungsi
1	Sistem <i>press</i>	Bisa menahan beban statis selama jangka waktu pengeleman. Harga yang relevan untuk penggunaan pada UMKM. Penggunaan mudah. Proses <i>maintenance</i> seminimal mungkin.
2	Rangka	Kuat (tidak bengkok saat menahan beban maksimal). Tahan karat.
3	Penahan sepatu	Keras, namun masih memiliki sifat elastis, dan dapat kembali ke bentuk semula.
4	Penahan atas	Mudah didapat. Kuat (tidak bengkok saat menahan beban maksimal).
5	Pegas	Dapat menahan beban dongkrak. Dapat mengembalikan dongkrak pada posisi awal.

Tabel 3. Prinsip Solusi Fungsi

No	Sub Fungsi	Solusi Fungsi I	Solusi Fungsi II	Solusi Fungsi III
A	Sistem <i>press</i>	 sistem ulir	 hidrolik	 pneumatik
B	Rangka	 besi siku	 besi profil "I"	 besi <i>hollow</i>

No	Sub Fungsi	Solusi Fungsi I	Solusi Fungsi II	Solusi Fungsi III
C	Penahan sepatu	 busa rebonded	 slider	 stopper
D	Penahan atas	 besi UNP	 besi hollow	 besi profil "C"
E	Pegas	 Pegas spiral	 Pegas Barrel	 Pegas Hourglass

3.3. Penilaian Struktur Fungsi

Dalam tahap perancangan konsep produk, dilakukan Penilaian Struktur Fungsi untuk mengevaluasi berbagai solusi teknis yang dapat digunakan dalam perancangan produk. Penilaian ini bertujuan untuk memilih solusi terbaik berdasarkan aspek fungsional, teknis, dan ekonomis. Salah satu metode yang digunakan adalah tabel penilaian variasi struktur fungsi.

Tabel penilaian variasi struktur fungsi mencakup berbagai sub-fungsi dari produk yang dirancang, seperti sistem *press*, rangka, penahan sepatu, dan pegas. Setiap sub-fungsi memiliki beberapa opsi komponen dengan karakteristik dan hasil evaluasi yang berbeda. Sistem *Press* menampilkan pilihan sistem ulir, hidrolik, dan *pneumatik*. Sistem *pneumatik* memiliki keunggulan dalam performa tetapi memiliki keterbatasan dari segi biaya yang lebih tinggi.

Rangka terdiri dari berbagai pilihan material seperti besi siku, besi *hollow*, dan rangka besi H. Material dipilih berdasarkan kekuatan dan kestabilan struktural. Penahan Sepatu dan Penahan Atas menilai berbagai jenis *stopper* dan material besi kanal/*hollow* untuk menentukan stabilitas dan daya tahan terhadap beban. Pegas membandingkan berbagai jenis pegas seperti pegas *spiral constant rate* dan pegas *hourglass* berdasarkan karakteristik elastisitas dan kekuatan tekanan.

Keputusan akhir dari penilaian ini digunakan sebagai dasar dalam perancangan bentuk produk, memastikan bahwa solusi yang dipilih memenuhi persyaratan fungsional dan teknis yang ditetapkan dalam tahap perancangan tugas. Penilaian dari variasi-variasi (opsi-opsi) yang ada bisa dilihat pada Tabel 4.

Setelah prinsip solusi sub-fungsi dikembangkan, maka perlu dicari kombinasi-kombinasi yang memungkinkan, sehingga membentuk suatu sistem yang paling mendukung dalam bentuk beberapa varian. Berdasarkan prinsip-prinsip solusi yang telah dilakukan di atas, maka dapat diperoleh beberapa kombinasi atau variasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.

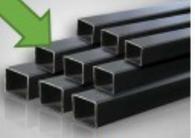
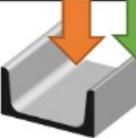
Tabel 4. Tabel Penilaian Variasi

MESIN PRESS SEPATU								Tabel Pemilihan Variasi Struktur Fungsi	
VARIAN PRINSIP SOLUSI	Kriteria Pemilihan							Keputusan	
	(+) Ya							(+) Solusi Yang Dicari	
	(-) Tidak							(-) Hapuskan Solusi	
	(?) Kurang Informasi							(?) Kumpulkan Informasi	
	(!) Periksa Spesifikasi							(!) Lihat Spesifikasi	
	Sesuai dengan fungsi keseluruhan								
	Sesuai dengan daftar kehendak								
	Secara prinsip dapat diwujudkan								
	Dalam batasan biaya produksi								
	Pengetahuan konsep memadai								
Sesuai keinginan perancang									
Memenuhi syarat keamanan									
A1	+	-	+	+	+	+	+	sistem ulir kalah praktis dibanding opsi yang lain	-
A2	+	+	+	+	+	+	+		+
A3	+	-	+	-	+	+	+	sistem penumatik diluar budget	-
B1	+	+	+	+	+	+	+		+
B2	+	-	+	+	+	+	+	profil "I" terlalu berat	-
B3	+	+	+	+	+	+	+		+
C1	+	+	+	+	+	+	+		+
C2	+	-	+	+	+	+	+	sistem slider rumit dan mahal	-
C3	+	+	+	+	+	-	+	penggunaan stopper kurang efektif	-
D1	+	+	+	+	+	+	+		+
D2	+	+	+	+	+	+	+		+
D3	+	-	+	+	+	+	+	besi profil "C" membuat design menjadi lebih rumit	-
E1	+	+	+	+	+	+	+		+
E2	+	-	?	+	+	+	+	pegas susah didapatkan	-
E3	+	-	?	+	+	+	+	pegas susah didapatkan	-

3.4. Penilaian Variasi

Penilaian variasi pada unit *press* sepatu ini berisikan tentang bagaimana proses pembentukan unit dengan metode kualitatif. Penilaian kriteria teknis digunakan untuk menentukan varian mana yang paling bagus dan sesuai dengan Tabel 4. Tabel penilaian variasi. Kriteria teknis yang ditentukan berdasarkan fungsi yang diinginkan dari UMKM yang terdapat pada Tabel 2. Penilaian berdasarkan kriteria teknis bisa dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Tabel Penilaian Variasi

No	Komponen	Solusi Fungsi I	Solusi Fungsi II	Solusi Fungsi III
A	Sistem <i>press</i>	 sistem ulir	 hidrolik	 pneumatik
B	Rangka	 besi siku	 besi profil "I"	 besi hollow
C	Penahan sepatu	 busa rebounded	 slider	 stopper
D	Penahan atas	 besi UNP	 besi hollow	 besi profil "C"
E	Pegas	 Pegas spiral	 Pegas Barrel	 Pegas Hourglass

Varian 1: A2 → B1 → C1 → D1 → E1

Varian 2: A2 → B3 → C1 → D2 → E1

Varian 3: A2 → B3 → C1 → D1 → E1

Penilaian kriteria ekonomis digunakan untuk menentukan pilihan variasi terbaik berdasarkan kriteria-kriteria ekonomis untuk menunjang penilaian kriteria teknis agar hasil dari mesin press sepatu sesuai dengan kebutuhan UMKM. Kriteria ekonomis merupakan kriteria penilaian untuk mencari pengeluaran terkecil dalam menentukan suatu pilihan dengan hasil yang terbaik. Penilaian berdasarkan kriteria ekonomis bisa dilihat pada Tabel 7. Dari hasil penilaian-penilaian ini, dipilih varian 2 yang memiliki nilai tertinggi pada kedua kriteria penilaian.

Tabel 6. Tabel Penilaian Kriteria Teknis

Kriteria Penilaian Teknis	Bobot	Varian 1		Varian 2		Varian 3		Nilai Ideal	
		Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai
Kemudahan Perakitan	3	3	9	4	12	3	9	5	15
Kemudahan Perawatan	2	5	10	5	10	5	10	5	10
Kekuatan Konstruksi	4	4	16	5	20	5	20	5	20
Ketepatan Posisi	3	3	9	4	12	3	9	5	15
Kemudahan Operasional	4	5	20	5	20	4	16	5	20
Pencapaian Fungsi	5	4	20	4	20	4	20	5	25
Total		24	84	27	94	24	84	30	105
Nilai Teknis		0.8		0.89		0.8		1	
Presentase (%)		80%		89%		80%		100%	
Peringkat		2		1		2		-	

Tabel 7. Tabel Penilaian Kriteria Ekonomis

Kriteria Penilaian Ekonomis	Bobot	Varian 1		Varian 2		Varian 3		Nilai Ideal	
		Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai
Biaya Bahan Baku	3	3	9	4	12	3	9	5	15
Biaya <i>Standart Part</i>	3	5	15	5	15	5	15	5	15
Biaya Pemesinan	4	4	16	5	20	5	20	5	20
Biaya Perakitan	3	3	9	4	12	3	9	5	15
Biaya Perancangan	2	5	10	5	10	4	8	5	10
Total		20	59	23	69	20	61	25	75
Nilai Ekonomis		0.79		0.92		0.81		1	
Presentase (%)		79%		92%		81%		100%	
Peringkat		2		1		2		-	

3.5. Desain dan Realisasi Mesin Press Sepatu

Dalam pengembangan mesin *press* sepatu, proses desain dan realisasi dilakukan secara bertahap untuk memastikan bahwa mesin yang dihasilkan memenuhi spesifikasi teknis dan kebutuhan industri. Tahapan utama dalam desain dan realisasi ini mencakup perancangan konseptual, pemodelan, fabrikasi, serta pengujian dan evaluasi.

3.5.1. Perancangan Konseptual

Tahap awal dari desain mesin *press* sepatu adalah perancangan konseptual. Pada tahap ini, dilakukan studi literatur mengenai teknologi *press* sepatu yang telah ada, identifikasi kebutuhan pengguna, serta penentuan spesifikasi utama. Beberapa parameter utama yang dipertimbangkan dalam perancangan meliputi kapasitas tekanan mesin, material dan konstruksi rangka, serta mekanisme kontrol dan keamanan.

3.5.2. Pemodelan dan Analisis Desain

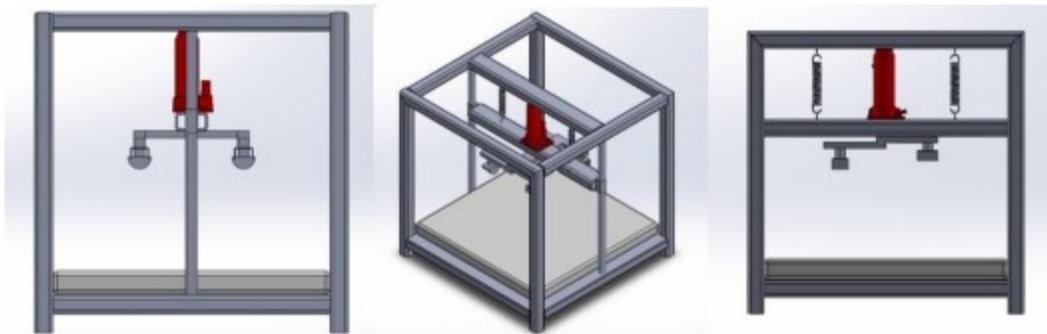
Setelah konsep desain dipilih, tahap berikutnya adalah pemodelan menggunakan perangkat lunak CAD (*Computer-Aided Design*) untuk menghasilkan gambar teknik dan simulasi kinerja. Simulasi dilakukan untuk mengevaluasi kekuatan struktur rangka mesin dan distribusi tekanan pada area *press*. Hasil dari proses pemodelan dengan *software* CAD ini dapat dilihat pada Gambar 2.

3.5.3. Fabrikasi dan Perakitan

Setelah desain final disetujui, dilakukan proses fabrikasi komponen utama mesin, seperti rangka utama dan struktur penopang, serta mekanisme penggerak. Setiap komponen dirakit sesuai dengan spesifikasi desain, kemudian dilakukan inspeksi kualitas untuk memastikan tidak ada cacat produksi yang dapat mempengaruhi performa mesin.

3.5.4. Pengujian dan Evaluasi

Setelah mesin selesai dirakit, dilakukan serangkaian pengujian untuk memastikan kinerja mesin sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. Pengujian ini meliputi uji fungsional untuk memastikan semua komponen bekerja dengan baik, uji tekanan untuk mengevaluasi daya tekan mesin, dan uji keselamatan untuk memastikan mesin dapat dioperasikan dengan aman. Pengerjaan dengan mesin *press* baru mampu menghasilkan 72 pasang sepatu dalam waktu seminggu kerja, dengan jam kerja efektif pada UMKM yaitu 12 jam selama 6 hari per minggunya



Gambar 2. Hasil pemodelan dengan *software* CAD

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa proses desain dan realisasi mesin *press* sepatu menggunakan metode yang sistematis memberikan hasil yang optimal. Hasil realisasi mesin dapat dilihat pada Gambar 3.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan mesin *press* sepatu berbasis hidrolis dengan pendekatan metode VDI 2221 telah berhasil meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas pengepresan pada industri kecil dan menengah. Proses perancangan yang dilakukan secara sistematis, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga tahap fabrikasi dan pengujian, menghasilkan sebuah sistem yang lebih optimal dibandingkan metode konvensional yang digunakan sebelumnya. Mesin yang dikembangkan mampu meningkatkan kapasitas produksi dengan memungkinkan pengepresan sepasang sepatu secara

simultan, berbeda dengan mesin sebelumnya yang hanya dapat menangani satu sepatu dalam satu siklus kerja. Penerapan sistem hidraulik dengan *ouput* 2 sepatu dalam sekali proses *press* terbukti meningkatkan efisiensi proses hingga dua kali lipat, sekaligus memastikan tekanan yang lebih merata melalui penggunaan rangka besi *hollow* dan mekanisme pegas spiral.

Namun, hasil pengujian juga mengindikasikan bahwa distribusi tekanan pada bagian ujung sepatu masih perlu dioptimalkan untuk mencapai hasil pengepresan yang lebih homogen. Dengan demikian, pengembangan mesin ini tidak hanya memberikan kontribusi terhadap peningkatan produktivitas UMKM dalam sektor reparasi sepatu, tetapi juga menjadi studi kasus yang relevan dalam penerapan metode perancangan sistematis untuk optimalisasi proses manufaktur di skala kecil dan menengah.



Gambar 3. Mesin *Press* Baru

5. Referensi

- [1] Z. M. Nasution, D. Y. Sari, R. A. Nabawi, and R. Rifelino, "Metode Perancangan Produk Dalam Teknik Mesin," *J. Vokasi Mek.*, vol. 4, no. 3, pp. 20–29, 2022, doi: 10.24036/vomek.v4i3.389.
- [2] M. Rae, D. P. Mangesa, and B. V. Tarigan, "Rancang Bangun Mesin Pencetak Pakan Ikan Menggunakan Metode VDI 2221," *LONTAR J. Tek. Mesin Undana*, vol. 9, no. 01, pp. 34–40, 2022, doi: 10.35508/ljtmu.v9i01.6972.
- [3] D. A. Rahmadani, N. I. Nuryani, G. M. Krida, and F. Yuamita, "Perancangan Produk Meja Pencelupan Batik dengan Metode Verein Deutsche Ingenieur (VDI) 2222," *J. Ris. Tek. Ind.*, no. Vdi, pp. 1–8, 2023, doi: 10.29313/jrti.v3i1.1727.
- [4] A. Budiman, "KONSEP PERANCANGAN DAN PERHITUNGAN MODEL VIP AUTOMATIC ROTARY PARKING DENGAN MENGGUNAKAN METODE VDI 2221," 2012. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109177765>
- [5] S. Sihombing and D. Sitanggang, "ANALISIS DESAIN PRODUK DAN JASA," *J. Ris. Akunt. & Keuang.*, 2019, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:198501831>
- [6] N. L. P. Hariastuti and L. Lukmandono, "Analisis Perancangan Desain Produk Gadukan Guna Meningkatkan Daya Saing Industri Kecil Menengah," 2017. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:169010877>
- [7] L. Perancangan, T. dan Tribologi, F. Teknik, and S. Sh, "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT KERAMAS PORTABLE UNTUK PASIEN RUMAH SAKIT DENGAN METODE MORFOLOGI," 2014. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:192539100>
- [8] D. Gumulya, "DESAIN PRODUK DENGAN INSPIRASI ART DECO EROPA ERA TAHUN 1920 DENGAN PENDEKATAN CHART MORFOLOGI," *J. PATRA*, vol. 2, no. 2, pp. 1–10,

- 2020, doi: 10.35886/patra.v2i2.114.
- [9] D. Gumulya, S. Huang, and E. F. Gunawan, "Perancangan Desain Produk dengan Inspirasi Art Nouveau Era Tahun 1809-1920 dengan Metode Peta Morfologi," 2021.
- [10] I. B. Saputro and T. J. Ai, "PENGUNAAN ANALISIS SENTIMEN UNTUK PERANCANGAN PRODUK: SEBUAH TINJAUAN PUSTAKA," *J. Rekavasi*, 2024,
- [11] Y. I. Chandra, S. Sutarno, and K. Rokoyah, "Penerapan Model Prototype Dalam Membangun Aplikasi Pendaftaran Travel di PT Digital Travel Indonesia," *J. Esensi Infokom J. Esensi Sist. Inf. dan Sist. Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 61–68, 2024, doi: 10.55886/infokom.v8i1.857.
- [12] Y. I. Chandra, S. L. Zagita, K. Kosdiana, and M. Riasuti, "Rancang Bangun Media Promosi Digital Menggunakan Model Prototype di PT Studio Atas," *J. Desain*, vol. 10, no. 1, p. 178, 2022, doi: 10.30998/jd.v10i1.13814.
- [13] D. Purnomo, "Model Prototyping," *JIMP-Jurnal Inform. Merdeka Pasuruan*, vol. 2, no. 2, pp. 54–61, 2017.
- [14] S. Prihatmoko, S. Sumaryanto, and J. D. Susatyono, "Penggunaan Realitas Augmented untuk Pembuatan Prototipe Desain Produk: Studi Kasus pada Pengembangan Aplikasi Mobile," *Pixel J. Ilm. Komput. Graf.*, 2024, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:274865017>
- [15] R. I. Media, R. Adhiarto, Y. Y. Erlangga, and M. F. Friyadi, "Analisis Parameter Cetakan Injeksi Plastik Menggunakan Simulasi CAE untuk Memprediksi Kegagalan Produk Front Cover MiFUS®," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 2, p. 241, 2022, doi: 10.32497/jrm.v17i2.3210.
- [16] N. Endriatno, L. O. A. Barata, and Salimin, "Analisis Kekuatan Rangka Mesin Pencacah Nilam dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Pist. J. Teknol.*, 2024, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:274801039>
- [17] M. Maslihan, "ANALISIS MATERIAL HANDLING PROSES PRODUKSI PENGOLAHAN KAYU DI SUB DEPARTEMENT PRODUKSI (WOOD CENTER) PADA PERUSAHAAN WOODWORKING MANUFACTURE DI KAWASAN INDUSTRI CIBITUNG BEKASI INDONESIA," 2020.