

Rancang Bangun *Jig and Fixture* Pembengkok Pipa Baja ST37 untuk Rangka Kursi Kelas

Wawan Kurniawan¹, Erwanto^{1*}, Nanda Pranandita¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : erwanto.polmanbabel@gmail.com

Received: 28 juli 2026; Received in revised form: 28 juli 2026; Accepted: 4 Agustus 2026

Abstract

Designing a pipe bending jig and fixture by applying the stages of the VDI 2222 method, so that a design suitable for the production process of class chairs is obtained. At this stage, written data regarding the bending of ST37 pipes and research results using the VDI 2222 research method are collected from reputable sources such as journals, books, research reports, scientific papers, and articles. From the bending results, it can be concluded that the ST37 pipe responds quite well when bent using this tool, producing good bends and only experiencing slight ovalization compared to other pipes. Therefore, this 1.4 mm diameter ST37 pipe becomes the best product choice compared to other ½-inch pipes. Based on the analysis of the tool I designed and built, it can be concluded that the tool using the VDI 2222 method is capable of bending ST37 pipe with a diameter of 1.4 mm shows quite good bending results, only experiencing slight ovalization.

Keywords: *Jig and-fixture; Ovalization; Pipe Bending; ST37 pipe ; VDI 2222 Method*

Abstrak

Perancangan jig and fixture pembengkok pipa dengan menerapkan tahapan metode VDI 2222 sehingga diperoleh desain yang sesuai kebutuhan proses produksi kursi kelas. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data tertulis mengenai pembengkok pipa st37 serta hasil penelitian yang menggunakan metode penelitian VDI 2222 melalui sumber referensi yang didapatkan dari jurnal buku, laporan penelitian, tulisan ilmiah, dan artikel yang didapatkan dari sumber-sumber bereputasi. Dari hasil pembengkokan bisa disimpulkan bahwa reaksi pipa st37 ketika dilakukan pembengkokan menggunakan alat ini maka akan mengalami reaksi yang cukup baik yaitu terbentuk bengkokan yang bagus dan hanya mengalami sedikit ovalisasi dibandingkan dengan pipa yang lain. Oleh karena itu pipa st37 berdiameter 1,4 mm ini menjadi pilihan sebagai produk paling baik dibandingkan pipa ½-inchi lainnya. Berdasarkan hasil analisa terhadap alat yang saya rancang bangun, dapat disimpulkan yaitu: alat dengan metode VDI 2222 mampu membengkok pipa st37 berdiameter 1,4 mm dengan hasil bengkokan yang cukup baik, Hanya mengalami sedikit ovalisasi.

Kata kunci: *Jig dan Fixture; Metode VDI 2222; Ovalisasi; Pipa st37; Pembengkokan Pipa.*

1. PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir, perkembangan furniture universal menunjukkan peningkatan minat pada desain kursi berbahan pipa besi sebagai bagian dari tren material logam yang kuat, stabil, dan tahan lama dalam produksi furnitur modern, Penggunaan pipa besi dalam kursi telah menjadi fokus desain yang tidak hanya mempertimbangkan fungsi teknis tetapi juga aspek ergonomi dan estetika [1]. Secara global, tren ini sejalan dengan adopsi praktik ekonomi sirkular dalam industri furnitur, di

mana strategi desain berorientasi *circular economy* meningkatkan efisiensi sumber daya dan umur panjang produk, termasuk perancangan ulang kursi berbahan logam seperti pipa besi sebagai bagian dari solusi keberlanjutan industri global [2][3].

Peran sub-sektor industri pengolahan secara umum dalam pertumbuhan ekonomi regional di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung termasuk produsen furnitur, sangat dipengaruhi oleh adopsi inovasi dan kreativitas dalam proses produksi, yang mencakup inovasi desain dan penggunaan material baru seperti pipa besi untuk

memperluas variasi produk furnitur lokal [4]. yang bisa menjadi dasar penguatan proses produksi kursi pipa besi untuk meningkatkan efisiensi produksi dan nilai tambah produk lokal [5]. Dengan demikian, produksi kursi berbahan pipa besi di Bangka Belitung tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis pembuatan, tetapi juga dengan bagaimana Usaha Kecil dan Menengah (UKM) furnitur menyesuaikan strategi inovasi dan produksi mereka dalam menghadapi tantangan pasar dan memperluas akses produk secara regional dan nasional [4].

Jig dan Fixture dinilai sebagai salah satu alat bantu yang dapat meningkatkan kualitas terhadap proses pengerjaan atau aktivitas produksi karena alat bantu tersebut dapat mengatasi kekurangan terhadap efektivitas dan efisiensi dalam proses pengerjaan benda kerja [6][7]. Alat *Jig and Fixture* pembengkok pipa besi terutama pembengkok pipa besi untuk rangka kursi kelas, sebagai inovasi pertama di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (Polman Babel), dirancang untuk memfasilitasi pembengkokan pipa besi

dengan presisi dan efisiensi maksimal, juga memprioritaskan keselamatan dan etika kerja [8].

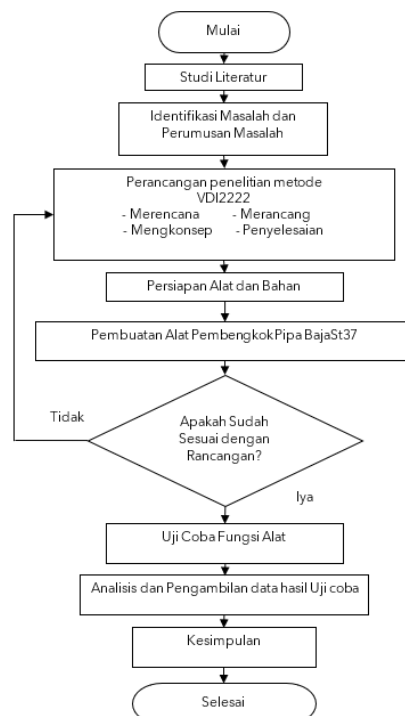
penelitian ini meningkatkan keterampilan mahasiswa melalui simulasi produksi yang aman dan praktis, serta memperkuat standar laboratorium kampus untuk penelitian material yang berkelanjutan [9].

2. METODE PENELITIAN

Metode VDI 2222 yang sistematis bertujuan memudahkan perancang dalam melaksanakan proses perancangan tanpa harus memahami seluruh detail secara menyeluruh [10]. Tahap-tahap dalam metode VDI itu sendiri yaitu:

1. Merencanakan
2. Mengkonsep
3. Merancang
4. Penyelesaian [11].

Berikut adalah langkah-langkah dalam metode penelitian yang akan dilaksanakan, sebagaimana di tunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data pada penelitian ini menjalani tiga jalur utama: *observasi*, pengukuran, dan uji coba alat, yang masing-masing punya peran berbeda namun saling melengkapi. Lewat *observasi*, peneliti menelaah sejauh mana penejpit mampu mengunci pipa dengan kokoh selama proses pembengkokan berlangsung. Selain itu, aspek kepraktisan turut disorot, mulai dari kemudahan merakit dan membongkar komponen, hingga proses pelepasan hasil bengkokan yang idealnya tidak merepotkan.

Berbeda dengan itu, pengukuran hasil untk membuktikan hal yang lebih kuantitatif, apakah sudut hasil pemebengkokan benar-

benar sejalan dengan sudut yang sudah dirancang sebelumnya. Konsistensi hasil pada tiap pengujian pun menjadi sorotan penting, sebab alat yang baik semestinya tidak menghasilkan penyimpangan berarti dari satu percobaan ke percobaan lain.

Tahap terakhir, uji coba, dijalankan dengan memanfaatkan dua jenis material, pipa baja st37 dan pipa galvanis, masing-masing dengan variasi ketebalan yang berbeda-beda. Pendekatan ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa Jig and Fixture yang dirancang benar-benar sanggup memenuhi daftar tuntutan yang telah dirumuskan sejak awal penelitian.

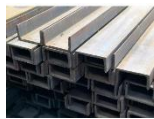
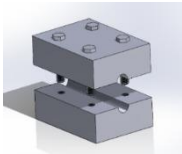
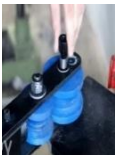
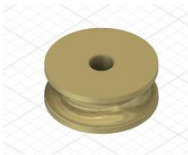
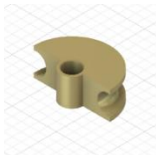
Tabel 1. Daftar Tuntutan

No.	Tuntutan Utama	Deskripsi/Satuan
1.	Sistem pembengkok menggunakan <i>jig and fixture</i>	Menggunakan sistem pembengkok yang simpel dan memudahkan operator ketika megoperasikan alat.
2.	Mekanisme tidak merusak pipa	Mekanisme pembengkokan yang dilakukan tidak merusak permukaan pipa dan radius pipa ketika proses pembengkokan.
3.	Menggunakan metode VDI2222	Untuik menghasilkan rancangan yang lebih efektif harus disertai beberapa metode perancangan yang efektif, salah satunya yaitu metode VDI222.
No.	Tuntutan Skunder	Deskripsi
1.	Perawatan	Mudah, Tanpa memerlukan tenaga ahli atau instruksi khusus untuk melakukan perawatan
2.	Pengoperasian	Proses pengoperasian Alat mudah
No.	Tuntutan Keinginan	Deskripsi
1.	Konstruksi	Sederhana
2.	Ketahanan Alat	Minimal 5 Tahun
3.	Estetika	Proporsional Alat yang seimbang, ditopang material yang kuat dan tahan lama, serta mengusung bentuk yang ringkas dan tidak memakan banyak tempat.

Tabel 2. Sub-Fungsi Bagian

No	Fungsi Bagian	Deskripsi
1.	Rangka Alat	Rangka merupakan bagian utama mesin yang berfungsi sebagai penopang danudukan bagi seluruh komponen yang terpasang agar tetap berada pada posisi yang stabil selama proses pengoperasian
2.	Sistem <i>Clamp</i>	<i>Clamp</i> pengunci berfungsi menjepit dan menahan pipa agar tetap stabil selama proses pembengkokan komponen ini mencegah pergeseran benda kerja sehingga hasil pembengkokan menjadi lebih akurat dan aman
3.	Sistem <i>Fixture</i> Pembengkok pipa	System <i>Fixture</i> berfungsi menjaga posisi pipa agar tepat selama proses pembengkokan sehingga menghasilkan bentuk yang akurat
4.	Sistem <i>Jig</i> pemebngkokan pipa	Sistem <i>Jig</i> pengarah pembengkokan pipa berfungsi mengarahkan jalur pembengkokan agar pipa mengikuti lintasan yang telah ditentukan.

Tabel 3. Alternatif Fungsi Bagian

Alternatif Fungsi Rangka		
A1  Besi siku	A2  Besi Hollow	A3  Besi UNP
Alternatif Fungsi <i>Clamp</i>		
B1  Clamp Double Plat	B2  Toggle Clamp	B3  Clamp Kombinasi Baut
Alternatif Penempat Pembengkokan		
C1  Matras Bending kombinasi	C2  Matras Bending Full	C3  Matras Bending 1/2
Alternatif Pengarah Pembengkokan		
D1  Sistem Matras Pengarah Full	D2  Sistem Pengarah <i>pulley-v</i>	D3  Pisau Bending persegi panjang

3.1 Pemilihan Alternatif Fungsi Bagian

Pemilihan alternatif fungsi terbaik, dari sekian pilihan yang sudah ditetapkan sebelumnya, dilakukan lewat metode kotak

morfologi. Tiap alternatif kemudian dievaluasi berdasarkan kriteria penilaian tertentu, barulah dipilih mana yang memperoleh nilai estimasi tertinggi sebagai solusi paling sesuai kebutuhan.

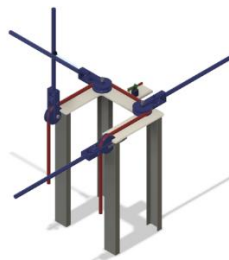
No.	Fungsi Bagian	Varian Konsep (VK)		
		AF1	AF2	AF3
1.	Fungsi Sistem Rangka	A.1	A.2	A.3
2.	Fungsi Sistem Clamp	B.1	B.2	B.3
3.	Fungsi Sistem penempat	C.1	C.2	C.3
4.	Fungsi Sistem pengarah	D.1	D.2	D.3
		VK1	VK2	VK3

Gambar 2. Tabel Morfologi

A. Varian Konsep 1

Varian Konsep 1 menggunakan alat yang kokoh, efisien, dan presisi. Rangka UNP dipilih karena memiliki kekuatan struktur yang tinggi. Sistem *clamp toggle* memberikan gaya jepit yang kuat serta memudahkan proses penguncian dan pelepasan benda kerja. Proses pembengkokan menggunakan matras bending roll kombinasi untuk menghasilkan

radius pembengkokan yang halus dan meminimalkan kerusakan pada pipa. Sementara itu, pengarah matras full menjaga posisi pipa tetap stabil sehingga meningkatkan ketelitian sudut dan radius pembengkokan. Kombinasi tersebut menjadikan Varian Konsep 1 unggul dalam kekuatan konstruksi, kemudahan pengoperasian, kestabilan proses, dan kualitas hasil pembengkokan.

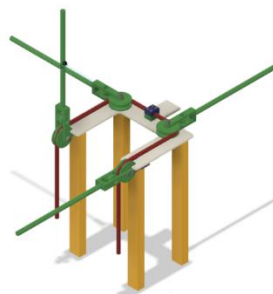


Gambar 3. Varian Konsep 1 (VK1) Sistem Pembengkok

B. Varian Konsep 2

Varian Kosep 2 menggunakan rangka besi hollow yang ringan namun cukup kuat menopang beban selama proses pembengkokan. Sistem *clamp double plat* menjaga pipa tetap stabil agar tidak bergeser saat proses bending. Matras bending full menghasilkan pembengkokan yang lebih

presisi dengan radius yang seragam serta mengurangi deformasi pada pipa. Sementara itu, pengarah *pulley-V* memastikan pipa tetap berada pada jalur pembengkokan sehingga proses berlangsung lebih lancar dan akurat. Kombinasi komponen tersebut menghasilkan alat dengan konstruksi sederhana, stabil, presisi yang baik, serta biaya pembuatan yang relatif ekonomis.

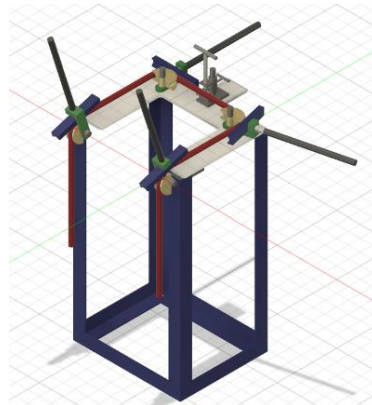


Gambar 4. Varian Konsep 2 (VK) Sistem Pembengkok

C. Varian Konsep 3

Varian Konsep 3 menggunakan rangka baja siku yang sederhana, mudah difabrikasi, dan cukup kuat untuk menopang proses pembengkokan. Sistem *clamp* kombinasi baut memberikan gaya jepit yang dapat disesuaikan agar pipa tetap stabil. Matras *bending* setengah dipilih karena lebih ringkas

dan ekonomis, sedangkan pengarah pisau *bending* persegi panjang menjaga pipa tetap mengikuti jalur pembengkokan. Kombinasi tersebut menghasilkan alat yang mudah dibuat, dirawat, dan berbiaya relatif rendah, namun tingkat presisi dan kestabilan pembengkokannya masih di bawah varian dengan sistem matras dan pengarah penuh.



Gambar 5. Varian Konsep 3 (VK3) Sistem Pembengkok

Tabel 4. Penilaian Varian Konsep

4	3	2	1
Sangat Baik	Baik	Cukup Baik	Kurang Baik

Tabel 5. Penilaian Teknis

No	Aspek yang dinilai	Bobot (100%)	VK						Total Nilai ideal	
			VK1		VK2		VK3			
1.	Kekuatan Konstruksi	4	4	16	3	12	4	16	4	16
2.	Kemudahan Pengoperasia	4	4	16	3	12	4	16	4	16
3.	Presisi hasil pembengkokan	4	3	12	3	12	4	16	4	16
4.	Stabilitas penjepitan dan pengarah	4	4	16	3	12	4	16	4	16
5.	Kemudahan perawatan dan perakitan	4	3	12	4	16	3	12	4	16
	Total	20		72		64		76	4	80
	% Nilai			90%		80%		95%		100%

Tabel 6. Penilaian Ekonomis

No	Aspek yang dinilai	Bobot (100%)		VK						Total Nilai ideal
				VK1		VK2		VK3		
1.	Biaya pembuatan alat	4	3	12	3	12	3	12	4	16
2.	Kemudahan memperoleh material	4	3	12	4	16	4	12	4	16
3.	Biaya perawatan	4	3	12	3	12	4	16	4	16
4.	Efisien biaya produksi	4	4	16	3	12	4	16	4	16
	Total	16		52		52		56		64
	% Nilai			81.25%		81,25%		93,75%		100%

3.2 Keputusan

Berdasarkan hasil evaluasi teknis dan ekonomis, pemilihan konsep dilakukan terhadap varian yang memperoleh persentase penilaian tertinggi atau mendekati 100%. Varian terpilih kemudian dioptimalkan pada setiap subfungsi untuk memperoleh rancangan yang memenuhi aspek fungsional, teknis, dan ekonomis. Hasil penilaian menunjukkan bahwa Varian Konsep 3 (VK3) memperoleh nilai 93,75%, sehingga dipilih sebagai konsep yang akan dikembangkan dan dioptimalisasi pada tahap perancangan alat pembengkok pipa besi untuk rangka kursi kelas.

3.3 Analisa Perhitungan

Pada tahap ini, varian konsep yang telah dipilih mulai dirancang. Proses perancangan mencakup beberapa perhitungan teknis, berupa:

1. Perhitungan Gaya Yang diperlukan

$$\begin{aligned} \text{Dik: } l & (\text{Tuas}) = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m} \\ W &= 30 \text{ kg} = 300 \text{ N} \\ l_b & (\text{Titik tumpu}) = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m} \\ l_k &= l - l_b \\ &= 0,8 - 0,1 = 0,7 \text{ m} \end{aligned}$$

Dit F = ?

$$F = \frac{l_b}{l_k} \times W$$

$$= \frac{0,1}{0,7} \times 300 = 42,85 \text{ kg} = 428,5 \text{ N}$$

2. Perhitungan Moment Puntir

$$T = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{Pd}{nI}$$

Jadi:

Menghitung Daya operator

$$T = 200 - 300 \text{ N}$$

$$n = 15 \text{ (RPM)}$$

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60}$$

$$P = \frac{2\pi (15)(300)}{60} = 471,23 \text{ W} = 0,471 \text{ Kw}$$

Masukkan ke Rumus

$$T = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{Pd}{nI}$$

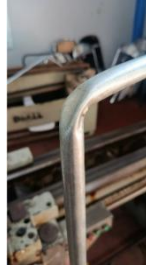
$$T = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{0,471}{15}$$

$$T = 30,583 \text{ kg/mm}$$

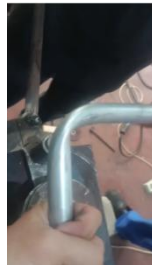
Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai masing-masing perhitungan yang didapatkan yaitu Gaya operator yang diperlukan sebesar 428,5 N, dan Moment puntir pada poros saat dilakukan proses pembengkokan yaitu sebesar 30,583 kg/mm.

3.4 Pengolahan Data Hasil uji coba

Sebelum didapatkan data hasil uji coba, dilakukan proses pembeutan sampel dan eksperimen pada beberapa jenis pipa dan ketebalan yang berbeda, dapat dilihat pada gambar 5,6,7 dan 8.



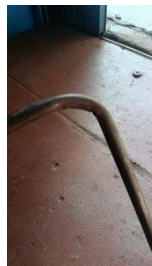
Gambar 6. Pipa Glvanis Ketebalan 0,9 mm



Gambar 7. Pipa Galvanis Ketebalan 1,7mm



Gambar 8. Pipa baja st37 ketebalan 1,9mm



Gambar 9. Pipa Baja st37 ketebalan 1,4mm



Gambar 10. Produk Hasil Pembengkokan

Produk Kursi hasil pemebengkokan, yaitu terdapat 3 kursi yang memiliki waktu pemebngkokan yang berbeda, yaitu terlihat

pada tabel data hasil pembngkokan dibawah ini:

Tabel 7. Data Hasil Uji Coba Fungsi

Sampel Pengujian	Waktu Persiapan	Waktu Pembengkokan	Pelepasan Sampel	Total Waktu
1.	2.40 menit	6.08 menit	1.20 menit	10.08 menit
2.	2 menit	6.40 menit	1.20 menit	10 menit
3.	1.50 menit	4.25 menit	50 detik	6.40 menit
Rata-Rata				9.22 menit

Berdasarkan data Hasil Uji coba yang telah dilakukan terhadap beberapa sampel, ditemukan bahwa proses pembengkokan pipa baja ST37 dengan menggunakan alat yang dikembangkan memerlukan waktu rata-rata sekitar 9,22 menit untuk setiap satu produk yang dihasilkan.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, alat pembengkok pipa yang dirancang menggunakan metode VDI 2222 terbukti mampu membengkokkan pipa baja ST37 dengan ketebalan 1,4 mm, menghasilkan sudut pembengkokan yang konsisten sesuai dengan daftar tuntutan yang telah ditetapkan, serta hanya mengalami sedikit ovalisasi akibat tekanan yang diberikan oleh alat, dan memiliki rata-rata waktu pembengkokan yang cukup cepat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. L. K. A. M. Paramitha dan I. A. K. A. Pradnyaswari, "Kursi Bar Dengan Material Pipa Besi Dan Velg Bekas," *Vstkr*, vol. 4, no. 2, hlm. 167–179, Sep 2024, doi: 10.59997/vastukara.v4i2.3795.

[2] A. Suganda dan Anggi Josetio Prayoga, "Product Innovation Factors and Selling Prices can Increase Sales Marketing at Keyzura Furniture," *Managiere*, vol. 2, no. 1, hlm. 8–14, Jun 2024, doi: 10.69747/managiere.v2i1.54.

[3] S. A. Tronvoll, J. Ma, dan T. Welo, "Deformation behavior in tube bending: a comparative study of compression bending and rotary draw bending," *Int J Adv Manuf Technol*, vol. 124, no. 3–4, hlm. 801–816, Jan 2023, doi: 10.1007/s00170-022-10433-7.

[4] M. Makrus dan H. Febiansyah, "The Value Of Digital Economy Adoption In Bangka Belitung SMEs: A Vam Model Focusing On Creativity And Innovation," vol. 13, no. 03, 2024.

[5] R. Reniati dan F. Faisal, "Green SME Business Model in Bangka Belitung: A Value Chain Analysis Approach," *JICP*, vol. 6, no. 4, hlm. 82–97, Okt 2023, doi: 10.32535/jicp.v6i4.2574.

[6] A. A. Alamtra, "Perancangan Jig Dan Fixture Untuk Rangka Prototipe Sepeda Motor Listrik," 2023.

[7] N. I. S. Hussein, M. N. Ayof, M. S. Zainuddin, dan J. Srithorn, "Design Of A Low Vibration Grinding Jig And Fixture For Pipe Beveling Prior To Welding".

[8] M. A. Kaleem, P. Frohn-Sörensen, R. Steinheimer, dan B. Engel, "Hybrid tools for tube bending processes using additive manufacturing and digital twin," *Int J Mater Form*, vol. 19, no. 2, hlm. 44, Jun 2026, doi: 10.1007/s12289-026-02009-7.

[9] C. C. Okpala, "Human-Centered Design of Jigs and Fixtures: A Data-Driven Approach to Productivity, Safety, and Manufacturing Sustainability," vol. 2, no. 1, 2026.

[10] N. M. P. Adi, P. Winata, A. Nugraha, dan A. S. Utama, "Perancangan Mesin Conveyor Untuk Peningkatan Efisiensi Produksi di PT. XYZ".

[11] W. Bunganaen, Y. Toai, dan D. P. Mangesa, "Rancang Bangun Mesin Pemipil Jagung Dengan Metode VDI 2222," *LJTMU*, vol. 9, no. 02, hlm. 53–59, Des 2022, doi: 10.35508/ljtmu.v9i02.9322.