



Analisis Simulasi Tegangan *Punch* dan *Die* pada *Blanking* untuk Produk Dudukan *Handphone*

Annisa Syabina^{1*}, Idiar², Sugianto³

¹⁻³ Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Indonesia

*Penulis Korespondensi: annisaswabina02@gmail.com

Abstract. *This study aims to design a blanking die used for mass-producing mobile phone holders while prioritizing efficiency and dimensional accuracy. The die set developed includes key components such as the punch, die, stripper, guide post, and fastening bolts. The product produced has dimensions of 138 × 63 × 2 mm and uses ST 37 steel as the raw material. Based on calculations, the required blanking force is 129,000 kN, which is considered safe for the production process. The design also accounts for an optimal clearance of 0.083 mm and a die thickness of 35 mm to effectively withstand the working load. Simulations using stress analysis methods reveal that the von Mises stress distribution on both the punch and die remains below the elastic limit of SKD11 material. The maximum stress on the punch is recorded at 2.437×10^5 N/m², while on the die it reaches 5.153×10^5 N/m², both well below the yield strength of SKD11, which is 2.918×10^8 N/m², indicating that these components operate safely without the risk of plastic deformation. To strengthen the construction, the stripper is designed with a thickness of 12 mm, and the addition of four SCM435 bolts is recommended to improve system stability. This die design is verified through manual calculations and Finite Element Analysis (FEA) to ensure its reliability. Overall, the findings of this study demonstrate that the designed blanking die can support mass production with high precision, optimal structural strength, and long-term durability.*

Keywords: *Blanking Die; Finite Element Analysis; Punch and Die; SKD11 Material; Stress Simulation.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang cetakan blanking yang digunakan untuk memproduksi dudukan handphone secara massal dengan mengutamakan efisiensi dan ketepatan ukuran. Rangkaian cetakan yang dikembangkan mencakup komponen utama seperti punch, die, stripper, guide post, dan baut pengikat. Produk yang dihasilkan memiliki ukuran 138 × 63 × 2 mm dan menggunakan material baja ST 37 sebagai bahan baku. Berdasarkan perhitungan, kebutuhan gaya blanking yang diperlukan sebesar 129.000 kN, yang masih tergolong aman untuk proses produksi. Rancangan cetakan juga memperhatikan celah optimal sebesar 0,083 mm serta ketebalan die 35 mm agar dapat menahan beban kerja secara efektif. Simulasi dengan metode analisis tegangan menunjukkan bahwa distribusi tegangan von Mises pada punch dan die masih berada di bawah batas elastis material SKD11, dengan tegangan maksimum pada punch sebesar $2,437 \times 10^5$ N/m² dan pada die sebesar $5,153 \times 10^5$ N/m², keduanya jauh di bawah nilai yield strength SKD11 yaitu $2,918 \times 10^8$ N/m², sehingga komponen-komponen ini bekerja dengan aman tanpa risiko deformasi plastis. Untuk memperkuat konstruksi, stripper dirancang dengan ketebalan 12 mm, dan empat baut SCM435 disarankan untuk menambah stabilitas sistem. Desain cetakan ini diverifikasi melalui perhitungan manual dan metode Finite Element Analysis (FEA) untuk memastikan keandalannya. Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa cetakan blanking yang dirancang dapat mendukung produksi massal dengan presisi tinggi, kekuatan struktur optimal, dan daya pakai yang berkelanjutan.

Kata kunci: *Cetakan Blanking; Finite Element Analysis; Material SKD11; Punch dan Die; Simulasi Tegangan.*

1. LATAR BELAKANG

Kemajuan teknologi digital membawa perubahan besar dalam gaya hidup masyarakat, khususnya dalam pemanfaatan telepon seluler. Saat ini, handphone tidak hanya digunakan sebagai alat komunikasi, tetapi juga berperan penting dalam menunjang pekerjaan, hiburan, serta berbagai aktivitas harian. Tingginya frekuensi penggunaan tersebut mendorong meningkatnya kebutuhan akan aksesoris penunjang, salah satunya dudukan *handphone* yang

berfungsi menjaga perangkat tetap stabil dalam berbagai situasi, menurut Desy Agustin et al. (2024), tingginya permintaan pasar terhadap produk ini menuntut proses produksi yang tidak hanya efisien, tetapi juga menghasilkan mutu yang baik. Salah satu metode yang dinilai tepat adalah *blanking*, yaitu teknik pemotongan lembaran logam menggunakan *punch* dan *die* yang dapat menghasilkan bentuk presisi dalam waktu singkat, sehingga sangat efektif untuk produksi skala besar.

Dalam dunia pendidikan vokasi, khususnya di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (Polman Babel), penguasaan teknologi manufaktur merupakan faktor penting untuk meningkatkan kompetensi lulusan. Perancangan cetakan *blanking* untuk produk dudukan *handphone* tidak hanya selaras dengan kebutuhan industri, tetapi juga dapat dijadikan sebagai media pembelajaran yang aplikatif bagi mahasiswa. Dalam perancangan cetakan, berbagai aspek teknis perlu diperhitungkan secara cermat, mulai dari kalkulasi gaya *blanking*, pemilihan material seperti baja SKD11 yang dikenal tahan aus, hingga penentuan *clearance* serta rancangan *punch* dan *die* dengan tingkat presisi tinggi (Ammar Dawood et al., 2023).

Selain itu, analisis tegangan berperan penting untuk memastikan beban yang terjadi tetap di bawah kapasitas material sehingga risiko kegagalan dapat dihindari. Pemanfaatan perangkat lunak seperti CAD untuk pemodelan detail dan FEA untuk evaluasi kekuatan juga mendukung ketepatan hasil desain. Berdasarkan pertimbangan berbagai aspek tersebut, desain cetakan *blanking* diharapkan dapat memproduksi dudukan *handphone* secara massal dengan mutu yang terjaga, proses yang efisien, serta sekaligus berkontribusi pada peningkatan penguasaan teknologi manufaktur.

2. KAJIAN TEORITIS

Perancangan Alat Cetakan *Blanking* Dudukan *Handphone*

Stand holder *handphone* adalah aksesoris yang kian populer karena memberikan kenyamanan dalam penggunaan perangkat *mobile*. Dudukan ini dirancang agar *handphone* dapat diletakkan dengan stabil, baik dalam posisi vertikal maupun horizontal, sehingga memudahkan pengguna saat menonton video, melakukan panggilan video, atau menjalankan aplikasi lainnya, menurut Nugroho et al. (2024), penelitian mengenai rancangan alat cetakan *blanking* untuk dudukan *handphone* fokus pada bagaimana proses produksinya bisa dilakukan secara efektif dan presisi, dengan tujuan menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dan memiliki daya tahan yang baik, menurut Renaldy et al. (2025). Dengan menggunakan metode

blanking dalam alat cetakan, diharapkan produksi dudukan *handphone* dapat dilakukan secara massal dengan akurasi tinggi, mengurangi kesalahan produksi, dan meminimalkan limbah bahan (Sukito et al., 2024).

Dalam penelitian ini, penting dipahami bahwa alat cetakan *blanking* memiliki peran sentral dalam industri manufaktur, terutama untuk menghasilkan komponen-komponen yang kompleks dan memiliki presisi tinggi, seperti dudukan *handphone*. Proses *blanking* bekerja dengan menekan bahan lembaran ke dalam cetakan agar terbentuk komponen sesuai desain. Cetakan *blanking* yang dirancang secara optimal mampu meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi cacat, dan menekan penggunaan material secara berlebihan, menurut Xiao et al. (2022) Karena itu, desain cetakan yang baik sangat penting untuk mengurangi limbah material, menurut Rizk et al. (2024). Penelitian ini tidak hanya memiliki aspek teknis dalam perancangan cetakan, tapi juga memperhatikan efisiensi dan keberlanjutan dalam proses produksi manufaktur, termasuk melalui inovasi pada sistem penahan *punch* untuk memperpanjang umur alat (M. S et al., 2021).

Fungsi Dasar Komponen Utama *Press Tool*

Press tool terdiri atas berbagai bagian penting yang saling mendukung untuk melaksanakan proses pemotongan dan pembentukan material lembaran logam secara bersamaan. Komponen kunci di antaranya adalah *punch* dan *die*, di mana *die* berfungsi sebagai cetakan tetap dan *punch* yang mendorong material agar terbentuk sesuai bentuk yang diinginkan. Jalannya *punch* dan *die* harus sangat selaras agar hasil manufaktur memiliki presisi tinggi, menurut Qomaruddin et al. (2024). Struktur *die set* termasuk *upper shoe* dan *lower shoe* berfungsi sebagai kerangka pendukung yang menjaga kestabilan dan penjajaran sistem selama operasi berlangsung. Untuk menjaga posisi komponen tetap tepat dan mengurangi keausan akibat ketidaktepatan, digunakan elemen bantu seperti *guide pin* dan *bushing* yang memastikan keselarasan selama siklus kerja alat (Abidin et al., 2022).

Dalam mekanisme kerja *press tool*, *stripper plate* memiliki fungsi utama untuk melepaskan sisa material yang masih menempel pada *punch* setelah proses pemotongan atau pembentukan selesai, sehingga dapat mencegah kerusakan alat atau tersumbatnya alur material, menurut Jeelix (2025). Dalam proses *deep drawing*, *blank holder* digunakan untuk menjaga lembaran logam tetap rata dan stabil agar terhindar dari kerutan atau lipatan selama proses pembentukan, menurut The Fabricator (2017). Selain itu, pegas diaplikasikan untuk memberikan gaya pemulih yang mendorong komponen seperti *stripper plate* dan *blank holder* kembali ke posisi semula, sehingga siklus kerja alat dapat berlangsung secara konsisten, Tinjauan dalam literatur tentang desain *press tool*, pengaturan gaya tekan *blank holder* dan

karakteristik sistem pegas pemulih sangat berpengaruh dalam menjaga stabilitas proses dan mencegah cacat seperti kerutan dan retak. Sementara itu, *shank* berfungsi sebagai penghubung utama antara *die set* dan mesin *press*, serta berperan dalam menyalurkan gaya tekan dari mesin ke seluruh sistem *press tool* secara efisien (Process of Press Tool Design, 2023).

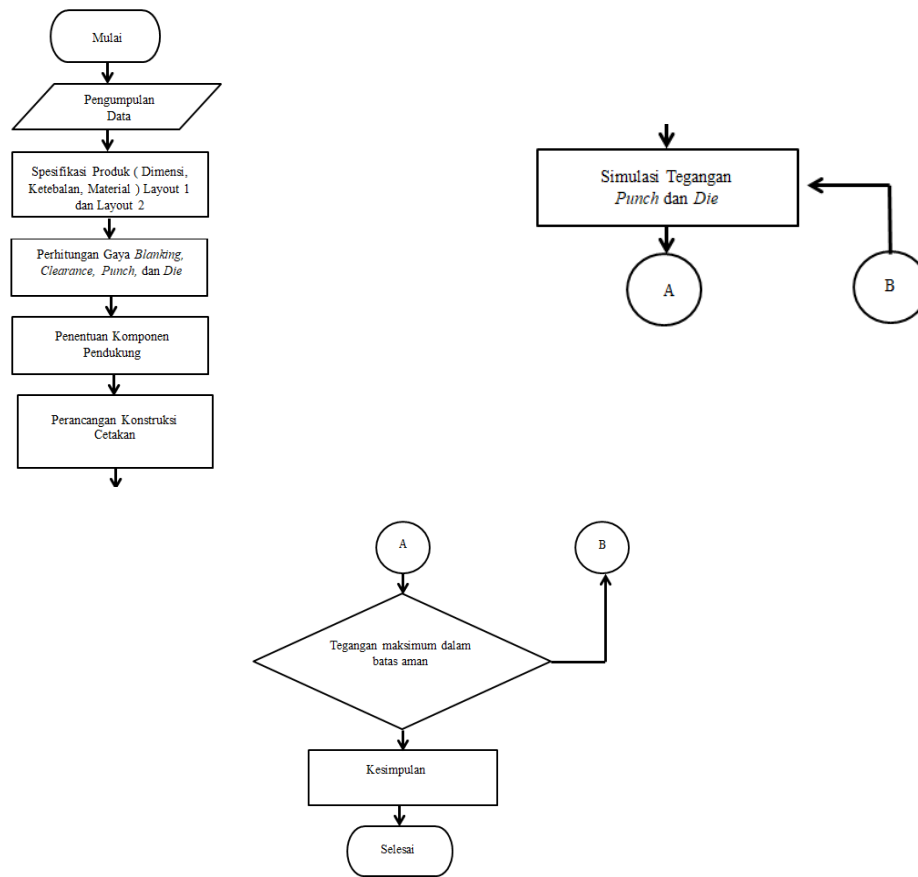
Pemilihan Bahan Material Cetakan

Menentukan material yang cocok untuk komponen cetakan adalah hal yang sangat krusial untuk menjamin mutu hasil akhir dan efisiensi proses produksi. Baja ST37, sebagai baja karbon rendah dengan sekitar 0,17–0,20% kandungan karbon, sering dipilih untuk bagian *press tool* seperti *punch holder*, *stopper*, dan *stripper plate* karena memiliki sifat mekanik yang memadai, misalnya kekuatan tarik yang cukup dan kemampuan menahan tekanan berulang selama proses pemakaian menurut, Qomaruddin et al. (2024) penggunaan baja ST37 dalam pembuatan *press dies* (*blanking* dan *piercing*) menunjukkan bahwa material ini mampu digunakan untuk produksi presisi tinggi dengan toleransi hingga 0,03 mm. Selain dari segi presisi, penggunaan ST37 juga dianggap ekonomis dan memberikan keseimbangan antara biaya dan performa dalam skala produksi menengah..

Pemilihan material dalam pembuatan *press tool* sangat mempengaruhi mutu dan produktivitas proses. Baja karbon rendah seperti ST37, dengan kandungan karbon sekitar 0,17–0,20%, sering dipakai untuk bagian-bagian seperti *punch holder*, *stopper*, dan *stripper plate*. Material ini memiliki struktur mikro yang didominasi oleh fase ferrit dan perlit, sehingga bersifat *ductile*, menurut Jafarzadegan et al. (2012) baja karbon rendah relatif kuat terhadap aus, walau tingkat kekerasannya lebih rendah dibanding baja paduan tinggi seperti SKD11. Beberapa penelitian terhadap baja karbon rendah yang menjalani proses pengelasan geser (*friction stir welding*) menunjukkan kemunculan fase ferrit–perlit halus setelah pendinginan, mendukung bahwa baja ini tetap layak dan ekonomis untuk komponen yang tidak menanggung beban berat langsung ataupun tidak bersentuhan langsung dengan benda kerja (*Materials MDPI*, 2022).

3. METODE PENELITIAN

Diagram alir (*flowchart*) adalah representasi visual yang menunjukkan urutan langkah atau tahapan suatu proses secara sistematis. Setiap simbol pada diagram ini mewakili jenis aktivitas tertentu, seperti titik awal, proses, pengambilan keputusan, dan titik akhir. Dengan demikian, *flowchart* mempermudah pemahaman alur kerja, membantu mengenali potensi masalah, serta mendukung pengambilan keputusan dalam proses perancangan maupun produksi.



Gambar 1. Flowchart (Diagram Alir).

Pengumpulan Data

Pada tahap awal perancangan cetakan *blanking* untuk dudukan *handphone*, langkah pertama adalah mengumpulkan data teknis sebagai dasar penentuan parameter desain yang tepat. Salah satu referensi utama adalah spesifikasi mesin *press* AIDA NC1-80, yang memiliki kapasitas gaya tekan hingga 80 ton. Informasi penting seperti panjang langkah (*stroke*), kecepatan operasi, dan tinggi maksimum *die set* menjadi pertimbangan dalam menyesuaikan rancangan cetakan agar sesuai dengan kapasitas mesin. Data ini memastikan bahwa beban pemotongan tidak melebihi kapasitas mesin serta bahwa dimensi dan konfigurasi cetakan tetap berada dalam batas aman dan optimal selama proses *blanking* berlangsung (AIDA, 2021; Rygate LLC, 2021).

Material *blanking* yang digunakan memiliki dimensi 145 mm × 70 mm × 2 mm dan terbuat dari baja karbon rendah ST37, yang dikenal karena kemudahannya dan biaya ekonomisnya. Untuk memastikan kekokohan dan kestabilan konstruksi cetakan, digunakan baut dari material SCM 435, menurut Fushun Special Steel (2025) yaitu baja paduan kromium-molibdenum dengan ketahanan tinggi terhadap gaya tarik dan aus. Sementara itu, bagian *punch* dan *die* dalam sistem cetakan dibuat dari baja SKD 11, yang memiliki kekerasan

tinggi dan daya tahan aus yang optimal setelah melalui proses perlakuan panas. Kombinasi spesifikasi material ini dirancang agar cetakan bekerja secara presisi dan tahan lama serta sesuai dengan kapasitas mesin yang digunakan selama proses *blanking* berlangsung.

Simulasi Tegangan Punch Dan Die

Analisis tegangan dilakukan dengan metode elemen hingga (*Finite Element Method*) menggunakan perangkat lunak *SolidWorks Simulation* di laboratorium CAD/CAM Polman Babel tipe 2020. Metode yang digunakan adalah tegangan *von mises*, yaitu pendekatan numerik untuk mengetahui distribusi tegangan maksimum yang terjadi akibat beban kerja pada *punch* dan *die* selama proses *blanking* (Almashani, Y. M., & Alamri, A. A. 2023).

- a. *Punch* dianalisis untuk melihat apakah menerima tegangan tekan melebihi kekuatan material SKD11.
- b. *Die* dievaluasi terhadap beban dari atas oleh *punch* untuk mendeteksi adanya risiko deformasi atau patah.
- c. Warna pada hasil simulasi menunjukkan distribusi tegangan, di mana merah menandakan tegangan tertinggi.
- d. Tegangan *von Mises* dibandingkan dengan nilai *yield strength* (batas elastis) material. Jika tegangan maksimum lebih kecil dari batas ini, maka desain dianggap aman.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Spesifikasi Mesin Press

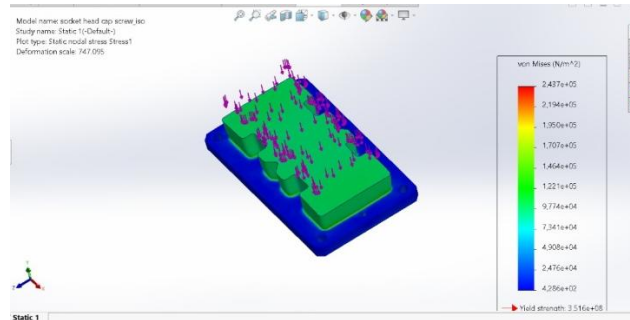
Mesin press yang digunakan adalah AIDA tipe NC1-80 dengan kapasitas 80 ton. Mesin ini merupakan jenis press mekanik yang cocok untuk proses *blanking*, karena mampu memberikan gaya tekan yang stabil dan akurat pada tiap siklus kerjanya. Data mesin ini berfungsi sebagai acuan pendukung proses desain cetakan, Mesin ini terletak di laboratorium kampus polman babel.

Strip Material

Pada strip material, desain produk memanfaatkan material pelat baja dengan dimensi $2 \times 138 \times 63$ mm, yang dipilih untuk memastikan kekakuan dan kestabilan bentuk selama proses *blanking*.

Simulasi Tegangan pada *Punch*

Analisis statik pada komponen *punch* dilakukan menggunakan pendekatan metode elemen hingga (*Finite Element Analysis/FEA*), dengan penekanan pada perhitungan tegangan *von mises*. Tujuan dari simulasi ini adalah untuk mengevaluasi kemampuan *punch* dalam menahan gaya selama proses *blanking* tanpa mengalami kerusakan struktural.

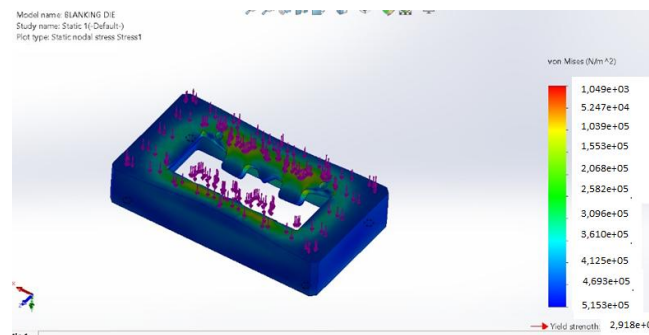


Gambar 5. Simulasi Tegangan pada *Punch*.

Tegangan maksimum yang diperoleh dari hasil simulasi adalah $2,437 \times 10^5 \text{ N/m}^2$, yang masih berada jauh di bawah nilai batas luluh material dengan tegangan ijin material $3,516 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ sebagaimana ditunjukkan oleh garis merah pada skala. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan yang bekerja pada *punch* masih dalam batas aman.

Simulasi Tegangan pada *Die*

Analisis tegangan statik pada komponen *blanking die* dilakukan dengan pendekatan metode elemen hingga (*Finite Element Analysis/FEA*), dengan penekanan pada evaluasi tegangan *von mises*. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengevaluasi apakah tegangan yang timbul pada *die* masih berada dalam rentang aman sesuai dengan kekuatan material yang digunakan.



Gambar 6. Simulasi Tegangan pada *Die*.

Berdasarkan hasil simulasi tegangan *von mises* pada komponen *die*, diperoleh nilai tegangan maksimum sebesar $5,153 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ (515,3 MPa). Sementara itu, material yang digunakan adalah SKD11 dengan nilai batas luluh (*yield strength*) sebesar $2,918 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ (2918 MPa) sebagaimana ditunjukkan oleh garis merah pada skala hasil simulasi.

Kondisi ini menunjukkan bahwa nilai tegangan maksimum yang terjadi masih berada jauh di bawah batas luluh material SKD11. Dengan demikian, tegangan yang dialami oleh *die* tidak melampaui batas elastisitas material, sehingga komponen tetap berada dalam kondisi aman, stabil, dan tidak mengalami deformasi plastis permanen.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil perancangan dan analisis cetakan *blanking* untuk produk dudukan *handphone* dengan ukuran $138 \times 63 \times 2$ mm berbahan baja ST 37 menunjukkan bahwa desain yang dibuat sudah memenuhi syarat teknis, efisiensi, dan keamanan. Gaya *blanking* yang dihitung sebesar 129 kN, masih jauh di bawah kapasitas mesin press AIDA NC1-80 sebesar 800 kN, sehingga proses pemotongan dapat dilakukan secara aman. *Clearance* yang diperoleh sebesar 0,083 mm sesuai dengan standar 5–10% dari ketebalan pelat, sehingga mampu menjaga kualitas potongan serta memperpanjang umur *punch* dan *die*.

Dari simulasi tegangan *von mises* diperoleh nilai maksimum sebesar $2,437 \times 10^5$ N/m² pada *punch* dan $5,153 \times 10^5$ N/m² pada *die*, yang masih jauh di bawah batas tegangan ijin material SKD11, sehingga kedua komponen bekerja aman tanpa risiko deformasi plastis. Komponen pendukung lainnya juga dirancang dengan ukuran lebih tinggi dari batas minimum, misalnya ketebalan *stripper* 12 mm (dibanding perhitungan minimum 11 mm), diameter shank 25 mm (lebih besar dari minimum 21,1 mm), serta penggunaan 4 baut pengikat (di atas kebutuhan minimum 3 buah). Dengan validasi dari perhitungan manual dan simulasi FEA, cetakan *blanking* ini dinyatakan siap digunakan untuk produksi massal dengan hasil yang presisi, kuat, dan efisien.

Saran

Untuk meningkatkan keandalan, perlu dilakukan uji coba langsung pada mesin *press* guna memastikan kesesuaian hasil nyata dengan rancangan. Pembuatan *punch* dan *die* sebaiknya menggunakan presisi tinggi, ditambah perlakuan panas atau pelapisan agar lebih tahan aus. Tata letak pemotongan dan desain produk dapat dioptimalkan dengan perangkat lunak simulasi lanjutan guna meningkatkan efisiensi material. Selain itu, pengelolaan limbah *blanking* perlu diperhatikan agar mendukung praktik manufaktur yang hemat bahan sekaligus ramah lingkungan.

DAFTAR REFERENSI

- Abidin, Z., Galang, D. P., & Nugroho, W. I. (2022). Press tool jenis simple tool untuk produksi shim guna meningkatkan kualitas produksi Welcab. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(3), 503–518. <https://doi.org/10.32497/jrm.v17i3.4084>
- AIDA. (2021). *Mechanical gap frame presses for metal stamping from AIDA*. <https://www.aida-global.com/mechanical-presses/single-point-gap-frame-stamping-press-nc1/>
- Almashani, Y. M., & Alamri, A. A. (2023). Stress analysis using SolidWorks simulation. *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research*, 9(9), 1–7. <https://doi.org/10.36713/epra2013>
- Al-Rubaye, A. D. G., & Abid, S. R. (2023). Investigating the buckling deformation of thin metal sheets during the blanking process. *Proceedings of the IMechE, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*. <https://doi.org/10.1177/14644207231173057>
- Desy Agustin, Syihab, I., Purbaningrum, S. P., et al. (2024). Redesain dies proses blank-pierce dengan penyesuaian mesin press guna meningkatkan efisiensi produk reinforcement quarter panel extension RH/L. *Jurnal Serambi Engineering*. <https://jurnal.serambimekkah.ac.id/index.php/jse/article/view/1295>
- Die science: Controlling metal flow with a blank holder. (2017, August 28). *The Fabricator*. <https://www.thefabricator.com/thefabricator/article/bending/die-science-controlling-metal-flow-with-a-blank-holde>
- Fushun Special Steel. (2025). *SCM435 alloy steel*. <https://www.fushunspecialsteel.com/scm435-alloy-steel/>
- Jafarzadegan, M., Abdollahzadeh, A., & Assadi, H. (2012). Microstructural characterization in dissimilar friction stir welding between 304 stainless steel and ST37 steel. *Materials Characterization*. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2012.09.004>
- jeelix. (2025). *Sheet metal press tools: A comprehensive guide*. <https://www.jeelix.com/sheet-metal-press-tools-guide>
- M. S., V. C., & E. R. A. (2021). Improvement of the method for fixing a punch in the punch holder. *Applied Sciences*, 11(22), 11013. <https://doi.org/10.3390/app112211013>
- Materials MDPI. (2022). Microstructures, crystallographic texture, and mechanical properties of friction stir welded mild steel for shipbuilding applications. *Materials*, 15(8), 2905. <https://doi.org/10.3390/ma15082905>
- Nugroho, V. H. A., Syaifullah, H., Utomo, B. W., Bawono, B., & Anggoro, P. W. (2024). Optimasi parameter plastic injection molding pada mold ID card holder landscape untuk menurunkan cacat sink mark. *Rekayasa Mesin Polines*, 19(2), 111–119. <https://doi.org/10.32497/jrm.v19i2.5669>
- Process of press tool design and its manufacturing for blanking operation. (2023). *TIJER*, 10(3). <https://tijer.org/tijer/papers/TIJER2303021.pdf>

- Qomaruddin, A., et al. (2024). Pembuatan press dies proses blanking dan piercing pada handle tanam pintu geser. *Integrated Mechanical Engineering Journal*, 2(2), 69–83. <https://doi.org/10.56904/imejour.v2i2.45>
- Renaldy, A., Baiti, R. N., Rahtika, I. P. G. S., & Widantha, K. W. (2025). Mold design for injection molding machine using recycled aluminum. *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi*, 25(1), 45–53. <https://doi.org/10.31940/logic.v25i1.54-60>
- Rizk, J., Rachik, M., & Maillard, A. (2024). Finite element simulation of the complete sheet metal blanking cycle: Effect of blanking clearance on force curve and cut edge quality. *Heliyon*, 10(9), e30334. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30334>
- Rygate LLC. (2021). *Used AIDA NC1-80(1) gap frame (OBS) presses*. <https://rygatellc.com/equipment/8058411-aida-nc1-80-1-gap-frame-obs-presses>
- Sukito, A., Hartono, H., & Wattimena, R. M. (2024). Rancang bangun alat presisi cetakan plastik sebagai sumber daya alat pembelajaran. *Sentrikom: Jurnal Sains, Elektro, Telekomunikasi, Komputer, dan Informatika*, 18(1), 23–32.
- Xiao, Y., Liu, X., Wang, R., Zhang, H., Li, J., & Zhou, J. (2022). Optimum design of square blank dimension with low energy consumption and low cost for milling based on business compass concept. *Processes*, 10(8), 1514. <https://doi.org/10.3390/pr10081514>