



## Analisis Simulasi *Von Mises Punch* dan *Die* pada *Bending Dudukan Handphone*

Riski Aldi Pratama<sup>1\*</sup>, Idiar<sup>2</sup>, Subkhan<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Indonesia

\*Korespondensi penulis : [riskialdipratama189@gmail.com](mailto:riskialdipratama189@gmail.com)<sup>1</sup>

**Abstract.** *The increasing use of mobile phones in the digital era has driven the demand for ergonomic and precise phone stands. However, many small and medium enterprises (SMEs) still rely on manual bending techniques that are inefficient and pose safety risks. This study aims to design a simple yet effective bending tool capable of forming ST 37 steel sheets into phone stands with high precision and affordable cost. The design process involves data collection, bending force analysis, punch–die clearance determination, and component design such as punch, die, shank, and guide post, using CAD software (SolidWorks). SKD11 material was selected for the punch and die due to its high compressive strength and wear resistance. The Von Mises simulation results showed a maximum stress of 0.9758 MPa on the punch and 0.6489 MPa on the die, both well below the elastic limit of SKD11 material. Therefore, the bending tool design is considered safe and effective for use. This tool has strong potential for application in SMEs and technical education institutions as a practical, ergonomic, and economical manufacturing solution.*

**Keywords:** *Bending Tool Design; Phone Stand; Punch and Die; SKD 11; Von Mises Simulation.*

**Abstrak.** Meningkatnya penggunaan *handphone* di era digital mendorong kebutuhan akan dudukan *handphone* yang ergonomis dan presisi. Namun, pelaku usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) masih banyak yang menggunakan teknik pembengkokan manual yang kurang efisien dan berisiko terhadap keselamatan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat *bending* sederhana yang mampu membentuk dudukan *handphone* dari pelat baja ST 37 dengan tingkat presisi tinggi dan biaya terjangkau. Proses perancangan dilakukan melalui tahapan pengumpulan data, analisis gaya *bending*, penentuan celah *punch–die*, serta perancangan komponen seperti *punch*, *die*, *shank*, dan *guide post* menggunakan perangkat lunak CAD (*SolidWorks*). Material SKD11 dipilih untuk *punch* dan *die* karena memiliki kekuatan tekan dan ketahanan aus yang tinggi. Hasil simulasi Von Mises menunjukkan tegangan maksimum sebesar 0,9758 MPa pada *punch* dan 0,6489 MPa pada *die*, nilai ini masih jauh di bawah batas elastis material SKD11. Dengan demikian, alat *bending* yang dirancang dinyatakan aman dan efektif digunakan. Desain ini berpotensi diterapkan pada skala UMKM maupun institusi pendidikan teknik sebagai alat bantu pembelajaran dan produksi yang efisien, ergonomis, serta ekonomis.

**Kata kunci:** Dudukan *Handphone*; Perancangan Alat *Bending*; *Punch* dan *Die*; Simulasi *Von Mises*; SKD 11.

### 1. LATAR BELAKANG

Kemajuan teknologi dan pergeseran gaya hidup masyarakat modern telah mengubah cara orang berinteraksi dengan perangkat elektronik, khususnya *handphone*. Saat ini *handphone* tidak hanya berfungsi sebagai alat komunikasi, melainkan juga sebagai sarana serbaguna yang digunakan untuk bekerja, belajar, hiburan, hingga mendukung berbagai aktivitas sehari-hari. Tingginya intensitas penggunaan, baik dari segi frekuensi maupun durasi, memunculkan kebutuhan akan perangkat tambahan yang mendukung kenyamanan dan kesehatan pengguna. Salah satu perangkat penting adalah dudukan *handphone* ergonomis. Menurut Ramadhan & Indrawati (2020), penggunaan aksesoris ergonomis dapat mengurangi ketegangan otot leher dan bahu serta membantu menjaga postur tubuh tetap ideal selama penggunaan perangkat digital.

Meningkatnya permintaan pasar terhadap dudukan *handphone* berbahan logam mendorong pelaku usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) untuk memproduksinya secara mandiri. Namun, dalam praktiknya, sebagian besar UMKM masih menggunakan metode pembengkokan manual tanpa bantuan alat khusus yang sesuai standar. Hal ini berdampak pada rendahnya presisi produk, tingginya risiko kecelakaan kerja, serta efisiensi produksi yang kurang optimal. Menurut Iswandi (2024), penerapan teknologi berupa alat bantu sederhana dapat meningkatkan produktivitas UMKM dengan mempercepat proses kerja sekaligus mengurangi kesalahan akibat keterbatasan aktivitas manual.

Di sisi lain, alat *bending* yang tersedia di pasaran umumnya ditujukan untuk industri skala besar, dengan harga yang tinggi dan spesifikasi teknis yang terlalu kompleks. Kondisi ini tidak sesuai dengan kebutuhan UMKM dan institusi pendidikan teknik yang cenderung membutuhkan peralatan sederhana, ekonomis, dan mudah dioperasikan tanpa mengorbankan kualitas hasil produksi. Penelitian Muttaqin et al. (2024) menunjukkan bahwa alat *bending* portabel yang dirancang secara sederhana namun fungsional terbukti mampu meningkatkan efisiensi kerja dan tetap ekonomis, selama aspek teknis seperti pemilihan material dan akurasi sudut tekuk diperhatikan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada fokus perancangan alat *bending* sederhana yang diperuntukkan khusus bagi kebutuhan UMKM dan institusi pendidikan. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih memfokuskan pada perancangan alat *bending* berskala industri, sehingga belum banyak solusi yang ditawarkan untuk kelompok pengguna dengan keterbatasan modal dan sumber daya. Dengan merancang alat *bending* sederhana, penelitian ini berupaya menjawab kebutuhan akan peralatan yang terjangkau, ergonomis, namun tetap presisi dalam menghasilkan dudukan *handphone* dari pelat logam.

Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat alat *bending* sederhana yang aman, efisien, serta berkelanjutan untuk digunakan oleh UMKM dan institusi pendidikan teknik. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi praktis dalam peningkatan produktivitas dan kualitas produk, sekaligus mendukung pengembangan teknologi tepat guna di bidang manufaktur.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Proses *bending* merupakan metode pembentukan logam dengan cara memberikan gaya tekan sehingga pelat berubah bentuk sesuai sudut tertentu tanpa mengurangi ketebalannya secara signifikan (Kalpakjian & Schmid, 2014). Faktor yang memengaruhi hasil *bending* antara lain gaya tekuk, radius, sudut tekukan, dan sifat mekanis material. Salah

satu fenomena yang sering terjadi adalah *springback*, yaitu kembalinya sudut tekukan setelah gaya dilepaskan, sehingga perlu diperhitungkan dalam desain alat.

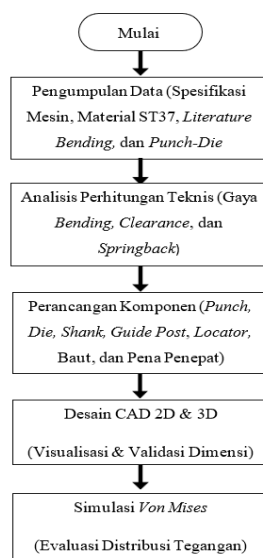
Alat *bending* umumnya terdiri atas *punch*, *die*, *shank*, *guide post*, dan *locator*. *Punch* berfungsi memberi gaya tekan, sedangkan *die* menentukan bentuk akhir produk. Ketepatan *clearance* antara *punch* dan *die* sangat menentukan kualitas hasil tekukan (Groover, 2012). Material *punch* dan *die* perlu memiliki kekuatan tekan dan ketahanan aus yang tinggi. Menurut Hasibuan et al. (2019), baja karbon sedang seperti S45C atau baja paduan rendah merupakan pilihan tepat untuk aplikasi *bending* skala ringan hingga menengah.

Beberapa penelitian sebelumnya mendukung pentingnya desain ergonomis dan sederhana untuk peralatan produksi skala kecil. Ramadhan & Indrawati (2020) menekankan manfaat ergonomi dalam mengurangi ketegangan otot pengguna. Iswandi (2024) menunjukkan bahwa penggunaan alat bantu sederhana dapat meningkatkan produktivitas UMKM. Sementara itu, Muttaqin et al. (2024) menemukan bahwa alat *bending* portabel yang dirancang sederhana namun fungsional terbukti efisien, ekonomis, dan cocok untuk diterapkan di lapangan.

Dengan demikian, kajian teoritis ini menjadi dasar dalam merancang alat *bending* sederhana yang presisi, ergonomis, dan sesuai dengan kebutuhan UMKM maupun institusi pendidikan teknik.

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan perancangan rekayasa (*engineering design*) yang difokuskan pada pembuatan alat *bending* sederhana untuk membentuk produk dudukan *handphone*. Tahapan penelitian disusun secara sistematis agar menghasilkan desain yang efektif, efisien, dan aman digunakan.



**Gambar 1.** Metode Penelitian.

Tahap pertama adalah pengumpulan data yang meliputi spesifikasi mesin *press*, karakteristik material pelat ST 37, serta tinjauan literatur terkait proses *bending* dan desain *punch-die*. Data diperoleh dari manual mesin, standar material, serta referensi jurnal dan buku teknik manufaktur.

Tahap berikutnya adalah analisis perhitungan teknis, meliputi gaya *bending*, penentuan *clearance punch-die*, danantisipasi fenomena *springback*. Perhitungan dilakukan berdasarkan persamaan teoritis yang berlaku dalam proses pembentukan logam, dengan mempertimbangkan ketebalan material, radius *bending*, serta sudut tekukan yang diinginkan.

Selanjutnya dilakukan perancangan geometri *punch* dan *die* serta penentuan dimensi komponen pendukung (*shank*, *guide post*, *locator*, baut, dan pena penepat). Pemilihan material setiap komponen disesuaikan dengan fungsi dan beban kerja yang diterima, misalnya SKD11 untuk *punch* dan *die* karena memiliki ketahanan aus yang tinggi, serta ST 37 untuk produk dudukan *handphone*.

Setelah desain awal ditentukan, dilakukan penggambaran 2D dan pemodelan 3D menggunakan perangkat lunak CAD (*SolidWorks*). Tahap ini penting untuk memvisualisasikan bentuk alat secara keseluruhan dan memastikan kesesuaian antar komponen sebelum dilakukan pembuatan fisik.

Tahap terakhir adalah simulasi tegangan *Von Mises* pada *punch* dan *die* menggunakan perangkat lunak analisis numerik. Tujuannya adalah mengevaluasi distribusi tegangan yang terjadi selama proses *bending*, memastikan tegangan maksimum masih berada di bawah batas elastis material, sehingga alat aman digunakan.

Secara keseluruhan, metode penelitian ini mengombinasikan perhitungan teoritis, desain berbasis CAD, dan analisis simulasi numerik untuk menghasilkan rancangan alat *bending* sederhana yang dapat diaplikasikan pada skala UMKM maupun institusi pendidikan teknik.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Desain dan Dimensi Alat

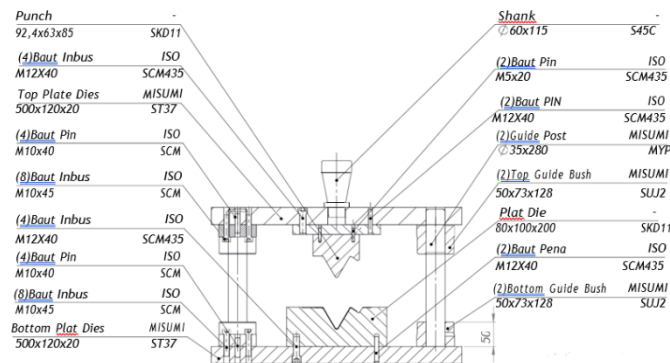
Hasil perancangan alat *bending* divisualisasikan ke dalam bentuk model CAD 2D dan 3D. Komponen utama terdiri atas *punch*, *die*, *shank*, *guide post*, dan *locator*. Dan Dimensi utama yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Dimensi Komponen Utama Alat *Bending*.

Komponen	Dimensi Utama (MM)
<i>Punch</i>	80
<i>Die</i>	30
<i>Shank</i>	38
<i>Guide Post</i>	20
Rangka	300 x 200 x 150

Desain yang dihasilkan relatif kompak sehingga sesuai untuk kebutuhan produksi skala UMKM maupun praktikum di institusi pendidikan teknik.

### Hasil Desain Final Rancangan *Bending*

**Gambar 2.** Gambar Final Rancangan *Bending*.

### Pemilihan Material

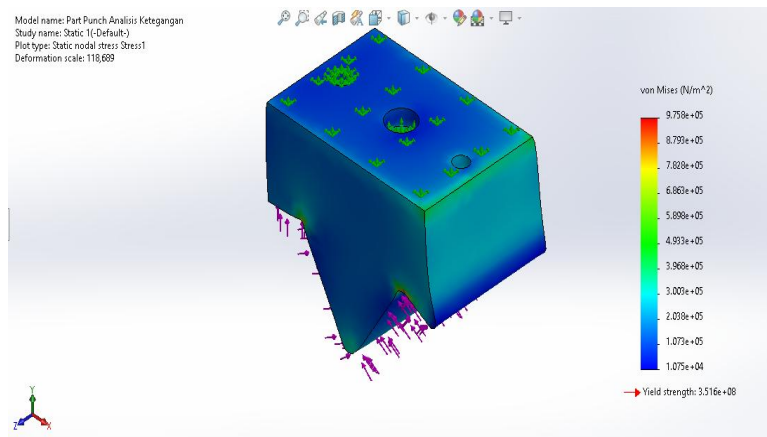
Material komponen ditentukan berdasarkan kebutuhan fungsional dan ketahanan aus. *Punch* dan *die* menggunakan baja SKD11 karena memiliki kekuatan tekan dan ketahanan aus yang tinggi. Rangka alat dibuat dari baja konstruksi, sedangkan produk dudukan *handphone* menggunakan baja karbon rendah ST 37 yang mudah dibentuk. Ringkasan material ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Pemilihan Material Alat *Bending*.

Komponen	Material	Alasan Pemilihan
<i>Punch &amp; Die</i>	SKD11	Kuat dan Tahan Aus
Rangka Alat	Baja Konstruksi	Kaku dan Ergonomis
Produk <i>Handphone</i>	ST 37	Mudah Dibentuk

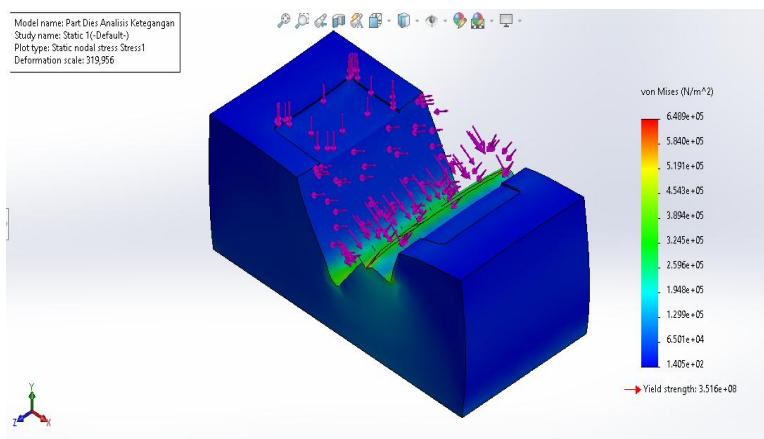
### Hasil Simulasi *Von Mises*

Analisis numerik dengan metode *Von Mises* dilakukan untuk mengetahui distribusi tegangan pada *punch* dan *die*. Hasil simulasi menunjukkan tegangan maksimum sebesar 0,9758 MPa pada *punch* dan 0,6489 MPa pada *die*. Nilai ini jauh di bawah batas elastis material SKD11, sehingga dapat dipastikan bahwa komponen *punch* dan *die* aman dari deformasi permanen.



**Gambar 3.** Hasil Simulasi *Von Mises* Pada *Punch*.

Hasil simulasi *Von Mises* pada *punch* menunjukkan tegangan maksimum sebesar 0,9758 MPa, terletak pada area bawah yang bersentuhan dengan pelat logam dan ditandai warna merah. Nilai ini masih jauh di bawah batas luluh material SKD11 sebesar 351,6 MPa, sehingga *punch* aman digunakan. Dengan demikian, desain *punch* tidak mengalami deformasi plastis maupun potensi kegagalan struktural pada kondisi pembebanan yang dianalisis.



**Gambar 4.** Hasil Simulasi *Von Mises* Pada *Die*.

Hasil simulasi *Von Mises* pada *die* menunjukkan tegangan maksimum sebesar 0,6489 MPa, dominan pada bagian lengkung dalam rongga yang bersentuhan langsung dengan pelat saat proses tekuk. Nilai ini masih jauh di bawah batas elastis material, sehingga *die* dinyatakan aman digunakan. Dengan demikian, desain *die* tidak mengalami deformasi plastis dan tetap stabil selama pembebanan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan analisis, alat *bending* yang dirancang terbukti mampu membentuk produk dudukan *handphone* dari pelat baja ST 37 dengan presisi serta

keamanan yang baik. Hasil simulasi *Von Mises* menunjukkan tegangan maksimum sebesar 0,9758 MPa pada *punch* dan 0,6489 MPa pada *die*, yang masih jauh di bawah batas elastis material SKD11, sehingga desain *punch* dan *die* dinyatakan aman digunakan. Temuan ini membuktikan bahwa rancangan alat *bending* sederhana tidak hanya efisien dan ergonomis, tetapi juga relevan untuk mendukung kebutuhan UMKM maupun institusi pendidikan teknik. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada aspek uji coba langsung, sehingga disarankan adanya pengujian eksperimental lebih lanjut guna memvalidasi hasil simulasi. Selain itu, pengembangan desain dengan penambahan fleksibilitas sudut tekuk, sistem keamanan tambahan, serta optimasi dimensi komponen diharapkan dapat dilakukan pada penelitian berikutnya untuk meningkatkan variasi produk, umur pakai, dan kenyamanan penggunaan alat.

## DAFTAR REFERENSI

- Boljanovic, V. (2004). *\*Sheet Metal Forming Processes and Die Design\**. Industrial Press Inc.
- Fadilah, R., & Haryanto, T. (2020). Analisis Kekuatan Material SCM435 Sebagai Baut Pengikat Pada Aplikasi Tekanan Tinggi. *\*Jurnal Teknik Mesin Indonesia\**, 22(3), 145–153. <https://doi.org/10.33369/jtmi.v22i3.1234>
- Firmansyah, A., & Sari, N. (2020). Analisis Desain Shank pada Perangkat Press Tool untuk Aplikasi Bending. *\*Jurnal Rekayasa Manufaktur dan Material\**, 8(2), 87–95. <https://doi.org/10.24198/jrmm.v8i2.32000>
- Goncalves, A., Fernandes, C., & Dias, A. (2019). Surface treatment effects on cold-work tool steels for bending dies. *\*Journal of Materials Engineering and Performance\**, 28(10), 6354–6363. <https://doi.org/10.1007/s11665-019-04287-3>
- Groover, M. P. (2012). *\*Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems\** (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Hartanto, D., & Wibowo, S. (2021). Analisis Eksperimen dan Simulasi Proses Bending Lembaran Logam dengan FEM. *\*Jurnal Teknik Mesin dan Industri\**, 9(2), 73–81. <https://doi.org/10.28989/jtmi.v9i2.3401>
- Hasibuan, R., Siregar, A., & Syahputra, A. (2019). Analisis Pemilihan Material Punch dan Die pada Proses Bending Skala Menengah. *\*Jurnal Material dan Manufaktur Indonesia\**, 7(1), 45–53. <https://doi.org/10.31284/j.jmmi.2019.7.1.1102>
- Iswandi, R. (2024). Optimalisasi Desain Alat Bending untuk Produk Dudukan Handphone Berbasis UMKM. *\*Jurnal Teknologi dan Rekayasa Mesin\**, 12(1), 22–31. <https://doi.org/10.24036/jtrm.v12i1.7654>
- Joshi, P. H. (1999). *\*Machine Tools Handbook: Design and Operation\**. McGraw-Hill Education.

- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *\*Manufacturing Engineering and Technology\** (7th ed.). Pearson Education.
- Kumar, S., & Singh, R. (2019). Design and Development of Press Tool for Sheet Metal Component. *\*International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)\**, 8(5), 102–107. <https://doi.org/10.17577/IJERTV8IS050094>
- Kurniawan, R., Santoso, A., & Hidayat, M. (2020). Pengaruh Penggunaan Material SKD11 terhadap Umur Pakai Cetakan pada Proses Bending. *\*Jurnal Teknologi Produksi dan Manufaktur\**, 9(3), 112–120. <https://doi.org/10.24036/jtpm.v9i3.1059>
- Miranda, J. A., Costa, M. F., & Sousa, R. A. (2024). Geometry optimization of sheet bending processes. *\*Procedia Manufacturing\**, 80, 500–507. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2024.03.045>
- Muttaqin, M., Rachman, A., & Nurhidayat, M. (2024). Pengembangan Alat Bending Portabel untuk Industri Kecil. *\*Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasi\**, 13(2), 56–63. <https://doi.org/10.31544/jtma.v13i2.5692>
- Nugroho, D., & Suryawan, B. (2020). Studi Kinerja Mekanik Baja SUJ2 untuk Aplikasi Komponen Presisi. *\*Jurnal Rekayasa Material dan Energi\**, 10(4), 211–218. <https://doi.org/10.24198/jrme.v10i4.2987>
- Prasad, K., & Kannan, T. (2017). Effect of guide post design on die alignment accuracy in press tool operations. *\*International Journal of Precision Engineering and Manufacturing\**, 18(11), 1529–1537. <https://doi.org/10.1007/s12541-017-0178-1>
- Rahman, A., Yusuf, M., & Widodo, T. (2021). Evaluasi Desain Press Tool dalam Proses Pembentukan Logam Lembaran. *\*Jurnal Rekayasa dan Desain Manufaktur\**, 11(2), 134–142. <https://doi.org/10.31284/j.jrdm.2021.11.2.1508>
- Ramadhan, F., & Indrawati, D. (2020). Analisis Ergonomi Dudukan Handphone untuk Aktivitas Pengguna Digital. *\*Jurnal Desain Produk dan Inovasi Teknologi\**, 6(1), 12–20. <https://doi.org/10.36787/jdpit.v6i1.891>
- Rao, S., & Padmanabhan, R. (2012). Finite Element Analysis of Sheet Metal Bending Process and Validation with Experiments. *\*Procedia Engineering\**, 64, 734–743. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.12.134>
- Sutikno, A., & Santosa, D. (2017). Desain Locator pada Alat Press Bending untuk Peningkatan Presisi Produk. *\*Jurnal Teknik dan Sistem Industri\**, 23(1), 55–62. <https://doi.org/10.32497/jtsi.v23i1.345>
- Yadav, R., Sharma, S., & Patel, P. (2021). Finite Element Simulation of Bending Process Using Von Mises Criteria. *\*Materials Today: Proceedings\**, 47, 2030–2038. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.065>
- Yulianto, D., & Sari, H. (2022). Desain Jig dan Fixture untuk Proses Bending pada Material Stainless Steel. *\*Jurnal Rancang Bangun Mesin\**, 9(2), 99–107. <https://doi.org/10.30587/jrbm.v9i2.425>