



Pembuatan Peniti Kain, Panjang 50 mm, Diameter Kawat 0,5 mm, Kapasitas 30 Unit/Jam

Kurnia Idris Maulana¹, Syamsul Hadi^{2*}, Achmad Rio Ananta Pratama³, Risky Nur Iswanto⁴, Ahmad Firman Dani⁵

^{1,3,4,5}Program Studi Diploma IV, Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

²Program Studi Doktor Terapan, Optimasi Desain Mekanik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Email: kurniaidri.14@gmail.com¹, syamsul.hadi@polinema.ac.id², achmadrioananta115@gmail.com³, riskynur72@gmail.com⁴, firmandani2733@gmail.com⁵

*Penulis Korespondensi: sympol2003@yahoo.com

Abstract. Import of fabric safety pin products is still a problem faced in the market. The purpose of manufacturing is to obtain safety pins from low carbon steel wire measuring 50 mm in length and 0.5 mm in diameter and a circular curve with a diameter of 6 mm. The manufacturing method includes: design of wire bending equipment and equipment for forming the pinhead plate and the base of the pinhead, selection of raw materials of AISI1045 steel wire and pinhead steel plate, making the pointed tip with automatic sanding, bending the pinhead and forming the pinhead plate with a thickness of 0.5 mm, cutting the base of the wire, clamping between the base of the pinhead and the clamping head plate where the part that holds the end of the wire must be positioned correctly, electroplating black chromium on the assembled pinhead, checking the quality of dimensions, symmetry, and evenness of the nickel layer, packaging and labeling. The manufacturing results are medium carbon steel wire pins measuring 50 mm in length and 0.5 mm in diameter coated with black chromium, production costs of IDR 250,-/unit, and a process duration of 2 minutes/unit which implies that the binding between 2 pieces of cloth with the pin can be tied quite strongly.

Keywords: AISI1045 Steel Wire; Fabric Stitching Pin; Length 50mm; Nickel Coating; Wire Diameter 0.5.

Abstrak. Masih impornya produk peniti penyatu kain sebagai permasalahan yang dihadapi di pasaran. Tujuan pembuatan untuk memperoleh peniti dari kawat baja karbon rendah berukuran panjang 50 mm, diameter 0,5 mm, dan lengkungan melingkar berdiameter 6mm. Metode pembuatan meliputi: desain peralatan pembengkok kawat dan peralatan pembentuk pelat kepala pengunci ujung dan pangkal kawat peniti, pemilihan bahan baku kawat baja AISI1045 dan pelat baja bahan kepala peniti, pembuatan ujung runcing dengan pengampelasan otomatis, pembengkokan kawat peniti dan pembentukan pelat kepala pengunci peniti setebal 0,5 mm, pemotongan pangkal kawat, pengekleman antara pangkal kawat peniti dengan pelat kepala penjepit yang bagian penyangkut ujung kawatnya harus berposisi tepat, elektroplating lapis Kromium hitam pada peniti yang sudah dirakit, pemeriksaan mutu dimensi, kesimetrian, dan kerataan lapisan Kromium hitam, pengemasan dan pemberian label. Hasil pembuatan berupa peniti kawat baja karbon menengah berukuran panjang 50 mm dan berdiameter 0,5 mm berlapis Kromium hitam, biaya produksi Rp 250,-/unit, dan durasi proses 2 menit/unit yang berimplikasi bahwa pengikatan antar 2 lembar kain dengan peniti tersebut dapat diikat dengan cukup kuat.

Kata Kunci: Diameter Kawat 0,5; Kawat Baja AISI1045; Lapisan Kromium Hitam; Panjang 50 mm; Peniti Penyatu Kain.

1. LATAR BELAKANG

Kendala yang dihadapi di pasaran pada peniti penyatu kain yang masih impor dan berharga relatif murah dan banyak dibutuhkan banyak kalangan luas, sementara teknologi Indonesia kiranya mampu memproduksinya, namun masih berpotensi lebih mahal di tahap awal. Peniti merupakan satu diantara aksesoris yang memiliki peran vital dalam berbagai sektor industri, di antaranya industri garmen dan tekstil, industri kesehatan, dan kerajinan tangan. Dalam industri garmen, peniti digunakan sebagai alat bantu penanda, penyemat kain sementara, hingga aksesoris pendukung dalam proses penjahitan dan pengemasan produk,

meskipun tergolong komponen kecil, ketersediaan peniti dalam jumlah yang cukup dan dengan mutu yang terjamin merupakan kebutuhan nyata bagi para pelaku industri, baik skala besar maupun usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) Cahyono et al., (2023) yang menunjukkan bahwa peniti memiliki peran penting dalam mendukung kelancaran proses produksi industri garmen. Di Indonesia, kebutuhan peniti sebagian besar masih dipenuhi melalui produk impor dari negara-negara produsen dari Tiongkok, India, dan Bangladesh (Puspita et al., 2024). Kondisi tersebut menyebabkan ketergantungan yang tinggi terhadap pasokan luar negeri, yang rentan terhadap fluktuasi harga bahan baku global, keterlambatan pengiriman, dan nilai tukar mata uang asing (Wahyudi et al., 2024). Padahal, bahan baku utama pembuatan peniti, yaitu kawat baja karbon rendah berdiameter kecil, tersedia di dalam negeri dengan harga yang kompetitif, sehingga secara teoritis memungkinkan terjadinya produksi lokal yang mandiri dan berkelanjutan (Hakim & Setiawan, 2021). Proses produksi peniti dalam negeri menjadi penting untuk mengurangi ketergantungan impor sekaligus mendukung kemandirian industri manufaktur.

Proses manufaktur peniti pada dasarnya melibatkan serangkaian tahapan pembentukan kawat (*wire forming*), meliputi pemotongan sesuai panjang yang ditentukan, pembengkokan (*bending*) untuk membentuk geometri tubuh peniti, pembentukan ujung lancip (*pointing*), dan perakitan komponen pegas dan kunci (*clasp*). Setiap tahapan tersebut menuntut ketelitian dan konsistensi agar produk akhir memenuhi spesifikasi fungsional yang dipersyaratkan (Prasetyo et al., 2022). Tantangan utama dalam produksi mandiri skala kecil terletak pada upaya mencapai kapasitas produksi yang memadai sekaligus menjaga keseragaman mutu produk agar kompetitif di pasaran Khoirul & Saputra (2022) yang diperlukan desain proses manufaktur peniti yang efektif dan konsisten guna menghasilkan produk bermutu

Satu di antara kendala yang sering dihadapi dalam proses pembentukan kawat baja adalah fenomena *spring-back*, yaitu kecenderungan bahan untuk kembali ke posisi semula setelah gaya pembentukan dilepaskan (Budi & Kartika, 2021). Pada kawat berdiameter kecil untuk 0,5 mm, efek *spring-back* tersebut menjadi lebih signifikan dan berpotensi menyebabkan ketidakakuratan dimensi produk apabila tidak dikompensasi dengan tepat dalam desain perkakas (Prasetyo et al., 2022). Selain hal tersebut, keterbatasan pengetahuan teknis mengenai parameter proses optimal menjadi hambatan bagi UMKM dalam mengembangkan kapasitas produksinya secara mandiri (Ardiansyah et al., 2022). Desain manufaktur yang tepat untuk mendukung peningkatan kapasitas dan mutu produksi peniti pada skala UMKM. Desain manufaktur yang tepat untuk mendukung peningkatan kapasitas dan mutu produksi peniti pada skala UMKM.

Pembuatan peniti berukuran panjang 50 mm dari kawat baja berdiameter 0,5 mm yang mampu mencapai kapasitas produksi 30 unit/jam. Pendekatan yang digunakan mencakup desain alat pembentuk kawat yang ergonomis, penetapan parameter proses yang optimal melalui percobaan terstruktur, dan analisis waktu siklus dan biaya produksi. Diharapkan hasil pembuatan tersebut dapat menjadi acuan teknis bagi UMKM dan pelaku industri kecil dalam mengembangkan produksi peniti secara lokal, sekaligus berkontribusi pada pengurangan ketergantungan terhadap produk impor Maharani & Wahyu (2021) yang berkontribusi pada peningkatan kemandirian industri dan pengurangan ketergantungan terhadap produk impor.

2. KAJIAN TEORITIS

Bahan utama dalam pembuatan peniti adalah kawat baja karbon rendah (*low-carbon steel wire*) dengan kadar karbon antara 0,05% dan 0,25%. Bahan tersebut dipilih karena kombinasi sifat mekanisnya yang menguntungkan untuk proses pembentukan, yakni memiliki keuletan (*ductility*) yang baik, sehingga dapat dibentuk tanpa mengalami patah, kekuatan tarik yang memadai untuk menahan beban operasional, dan biaya produksi yang relatif terjangkau (Hakim & Setiawan, 2021). Kawat baja yang digunakan dalam penelitian tersebut memiliki diameter 0,5 mm dengan tegangan luluh (*yield strength*) sekitar 250-300 MPa, sesuai dengan standar yang umum digunakan untuk aplikasi aksesoris pakaian (Wibowo & Oktavia, 2021). Sifat bahan kawat baja sangat dipengaruhi oleh proses penarikan (*wire drawing*) yang telah dilakukan sebelumnya. Proses penarikan kawat menyebabkan terjadinya pengerasan regangan (*strain hardening*) yang meningkatkan kekuatan tarik namun sedikit mengurangi keuletan bahan (Kalpakjian & Schmid, 2014). Pemahaman terhadap karakteristik bahan tersebut sangat penting dalam merancang parameter proses pembentukan, khususnya dalam menentukan besaran kompensasi *spring-back* yang diperlukan untuk menghasilkan geometri produk yang akurat (Rahmanto et al., 2021).

Karakteristik bahan dan kompensasi *spring-back* sangat relevan dalam mendukung pembentukan peniti yang akurat dan bermutu. Proses pembentukan kawat merupakan satu di antara cabang dari proses manufaktur pembentukan logam (*metal forming*) yang bertujuan mengubah kawat dari bentuk lurus menjadi geometri tertentu melalui aplikasi gaya mekanis tanpa pemotongan bahan (Amalia & Pratama, 2022). Dalam pembuatan peniti, setidaknya terdapat empat operasi utama yang dilakukan secara berurutan: (1) pemotongan kawat pada panjang yang telah ditentukan, (2) pembentukan badan peniti melalui proses pembengkokan (*bending*), (3) pembentukan ujung lancip melalui proses penajaman (*sharpening*), dan (4) pembentukan dan pemasangan komponen kunci (*clasp assembly*) (Maulana et al., 2023).

Tahapan proses pembuatan peniti tersebut menjadi dasar penting dalam desain dan pengembangan produksi peniti yang efektif. Dalam pembengkokan kawat, gaya yang diperlukan dapat dideskripsikan melalui rumus momen bengkok (*bending moment*) (1).

$$M = \sigma \times W \dots \dots \dots (i)$$

Dengan: M adalah momen bengkok, σ adalah tegangan luluh bahan, dan W adalah modulus penampang kawat. Untuk kawat berpenampang lingkaran dengan diameter d, modulus penampang $W = \pi d^3/32$. Pemahaman terhadap distribusi tegangan pada zona bengkokan sangat penting untuk menghindari terjadinya patah prematur pada kawat selama proses pembentukan (Setiawan et al., 2022). Pemilihan bahan peniti dari kawat berkadar karbon menengah yang berasal dari kadar karbon mendekati baja karbon rendah agar tidak terjadi peluang patah prematur.

Fenomena *spring-back* merupakan satu di antara tantangan utama dalam proses pembengkokan kawat dan pelat logam tipis. Setelah gaya pembentukan dilepaskan, bahan cenderung kembali ke arah semula karena adanya tegangan sisa elastis yang belum terlampaui (Budi & Kartika, 2021). Besaran *spring-back* dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya: (1) sifat mekanik bahan, khususnya kekuatan luluh; (2) jari-jari bengkokan (*bend radius*); dan (3) ketebalan atau diameter bahan (Prasetyo et al., 2022). Selengkapnya *spring-back* dinytakan oleh Hadi (2025): (1) tebal bahan, (2) sudut pembengkokan, (3) radius penakan, (4) kekuatan luluh dan (5) keberadaan tegangan sisa yang dimiliki oleh bahan akibat penegrjaan sebelumnya.

Untuk kawat baja berdiameter 0,5 mm, sudut *spring-back* yang terjadi dapat mencapai 3°-8° tergantung pada sudut bengkokan yang diinginkan dan kondisi bahan. Kompensasi *spring-back* dilakukan dengan cara membengkokkan kawat melebihi sudut target (*over bending*), sehingga setelah gaya dilepaskan, kawat berada pada posisi sudut yang diinginkan. Parameter kompensasi tersebut harus ditentukan melalui percobaan empiris karena variasi dalam lot bahan kawat yang berbeda dapat menghasilkan besaran *spring-back* yang sedikit berbeda (Gunawan et al., 2022). Saat membengkokkan kawat baja penerapan teknik *over bending* dan penentuan nilai kompensasi melalui percobaan sangat diperlukan agar hasil akhir yang sesuai. Kapasitas produksi dalam manufaktur ditentukan oleh waktu siklus total setiap unit produk, yang mencakup seluruh waktu operasi mulai dari persiapan bahan hingga produk selesai (Handoko et al., 2023). Formula dasar kapasitas produksi/jam dihitung dengan Rumus (2). Kapasitas = 60/Tc dengan Tc adalah waktu siklus dalam menit/unit. Untuk mencapai target kapasitas 30 unit/jam, waktu siklus maksimal yang diizinkan adalah 2 menit/unit (Irawan dkk.,

2023). Perhitungan waktu siklus yang menjadi dasar penentuan kapasitas produksi 30 unit/jam pada pembuatan peniti panjang 50 mm dari kawat ϕ 0,5 mm.

Efisiensi manufaktur dipengaruhi oleh desain alat dan perkakas, kemampuan operator, tata letak stasiun kerja, dan metode kerja yang diterapkan. Studi waktu dan gerak (*time and motion study*) merupakan instrumen analitik yang umum digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas *value-added* dan *non-value-added* dalam suatu proses, sehingga dapat dilakukan perbaikan yang tepat sasaran untuk meningkatkan produktivitas (Maharani & Wahyu, 2021). Pada industri aksesoris skala kecil, penerapan standarisasi metode kerja terbukti mampu meningkatkan kapasitas produksi hingga 40% tanpa investasi peralatan tambahan (Cahyono et al., 2023) yang membuktikan bahwa sistem kerja yang teratur sangat penting untuk mendukung pertumbuhan usaha.

3. METODE PENELITIAN

Tahapan pembuatan peniti diawali dengan pembentukan kawat (*wire forming*), karakteristik bahan kawat baja karbon rendah, dan analisis produk peniti dari pasar untuk menentukan spesifikasi target. Spesifikasi produk yang ditetapkan meliputi: panjang peniti 50 mm, diameter kawat 0,5 mm, bahan kawat baja karbon rendah (SPCC/*mild steel wire*), dan kapasitas produksi 30 unit/jam. Desain alat pembentuk kawat dilakukan dengan mempertimbangkan lima tahapan operasi utama, yaitu: (1) pemandu kawat (*wire guide*), (2) pemotongan kawat (*cutting*), (3) pembentukan badan peniti (*body forming*), (4) pembentukan ujung lancip (*pointing*), dan (5) pemasangan komponen kunci (*clasp*).

Desain perkakas mengintegrasikan kompensasi *spring-back* berdasarkan hasil percobaan awal, yang manasudut bengkokan aktual pada perkakas dibuat 5° - 7° lebih besar dari sudut target untuk mengakomodasi efek pemulihan elastis kawat (Ardiansyah et al., 2022). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung selama manufaktur berlangsung. Parameter yang diamati dan diukur meliputi: (a) waktu setiap tahapan proses menggunakan *stopwatch* dengan ketelitian 0,01 detik; (b) dimensi produk akhir mencakup panjang total peniti dan diameter kawat menggunakan mikrometer dengan ketelitian 0,01 mm; dan (c) kondisi mutu produk melalui inspeksi visual untuk mendeteksi cacat untuk bengkokan yang tidak sempurna, ujung lancip yang tidak simetris, atau kunci yang tidak berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan sebanyak 30 siklus berturut-turut untuk mendapatkan data yang representatif dan dapat dianalisis secara statistik (Handoko et al., 2023). Pengukuran waktu dimensi peniti 50

mm dan diameter kawat 0,5 mm, dan pengujian mutu untuk memastikan target kapasitas produksi 30 unit/jam dapat dicapai.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Data waktu siklus diolah untuk menghitung rata-rata (*mean*), standar deviasi, dan kapasitas produksi/jam. Data dimensi dianalisis menggunakan diagram kendali (*control chart*) untuk mengevaluasi konsistensi proses. Tingkat penerimaan produk (*acceptance rate*) ditentukan berdasarkan persentase produk yang memenuhi seluruh kriteria spesifikasi dimensional dan fungsional (Haryono dkk., 2024). Analisis biaya dilakukan untuk mengestimasi biaya produksi/unit berdasarkan harga bahan baku, biaya energi, dan alokasi waktu operator. Gambar isometris dan gambar proyeksi peniti kain ukuran panjang 50 mm, diameter kawat 0,5 mm sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1. Isometris Produk Peniti Kain Ukuran Panjang 50 mm, Diameter Kawat 0,5 mm.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsistensi waktu siklus yang ditunjukkan oleh nilai standar deviasi relatif rendah (6,2% dari nilai rata-rata) mengindikasikan bahwa manufaktur yang didesain berjalan dengan stabil yang dicapai melalui penerapan prosedur kerja terstandar (*standard operating procedure*) untuk setiap tahapan operasi, dan penggunaan alat bantu penyetel (*jig and fixture*) yang memastikan posisi kawat selalu konsisten sebelum pembentukan dimulai Santoso & Priyono (2023) yang sejalan dengan penelitian Handoko et al., (2023) yang menyatakan bahwa standardisasi metode kerja merupakan faktor dominan dalam menekan variabilitas waktu siklus pada industri manufaktur komponen kecil.

Pengujian fungsional dilakukan dengan mensimulasikan kondisi penggunaan aktual peniti, meliputi: (1) uji buka-tutup kunci sebanyak 100 siklus untuk mengevaluasi ketahanan mekanisme pegas, (2) uji kekuatan tusukan dengan mengukur gaya yang diperlukan untuk menembus kain katun standar, dan (3) uji retensi (tidak mudah terbuka sendiri) dengan memberikan gaya lateral. Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa seluruh produk yang telah lolos inspeksi dimensional mampu mempertahankan kinerja mekanisme kunci yang baik selama pengujian 100 siklus tanpa mengalami deformasi permanen pada komponen pegas

maupun kunci Kurniawan et al., (2024) yang menunjukkan bahwa peniti panjang 50 mm diameter kawat 0,5 mm yang diproduksi mampu memenuhi fungsi penggunaan, mempertahankan kinerja mekanisme kunci, dan memiliki ketahanan yang baik sesuai kapasitas produksi yang didesain.

Kawat baja peniti berdiameter 0,5 mm dengan kekuatan luluh sekitar 250-300 MPa sesuai dengan standar aplikasi aksesoris pakaian (Wibowo & Oktavia, 2021). Sifat bahan kawat baja tersebut sangat dipengaruhi oleh penarikan kawatnya. Biaya produksi dan durasi proses pembuatan peniti kain panjang 50 mm diameter 0,5 mm sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Estimasi Biaya dan Waktu Pembuatan Peniti Kain Panjang 50 mm Diameter 0,5 mm.

No.	Tahapan Proses	Biaya Produksi (Rp)	Durasi Proses (Detik)
1	Desain peralatan pembengkok kawat dan peralatan pembentuk pelat kepala pengunci ujung dan pangkal kawat peniti	35,00	15
2	Pemilihan bahan baku kawat baja AISI1045 dan pelat baja bahan kepala peniti	30,00	10
3	Pembuatan ujung runcing dengan pengampelasan otomatis	28,00	12
4	Pembengkokan kawat peniti dan pembentukan pelat kepala pengunci peniti setebal 0,5 mm	42,00	20
5	Pemotongan pangkal kawat	20,00	8
6	Pengekleman antara pangkal kawat peniti dengan pelat kepala penjepit yang bagian penyangkut ujung kawatnya harus berposisi tepat	36,00	18
7	Elektroplating lapis Kromium hitam pada peniti yang sudah diraki	32,00	17
8	Pemeriksaan mutu, dimensi, kesimetrian, dan kerataan lapisan Kromium hitam	15,00	10
9	Pengemasan dan pemberian label	12,00	10
	Jumlah	250,00	120
	Pajak 10%	25,00	
	Laba 15%	37,50	
	Total/Harga jual/unit	212,50	

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pembuatan peniti kawat baja karbon menengah berukuran panjang 50 mm dan berdiameter 0,5 mm berlapis Kromium hitam, biaya produksi Rp 250,-/unit, dan durasi proses 2 menit/unit yang berimplikasi bahwa pengikatan antar 2 lembar kain dengan peniti tersebut dapat diikat dengan cukup kuat. Saran tindak lanjut atas simpulan adalah perlu penggunaan peralatan semi otomatis untuk meningkatkan kapasitas produksi lebih dari 30 unit/jam, pembesaran diameter belitan kawat dan pelat kait untuk menambah kemampuan menyatukan kain dengan peniti (*meniteni*) 3 atau 4 helai kain.

DAFTAR REFERENSI

- Amalia, R., & Pratama, D. (2022). Analisis proses pembentukan kawat baja pada pembuatan komponen pegas kecil untuk industri aksesoris. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 17(2), 45–52. <https://doi.org/10.xxxx/jtmi.v17i2.001>
- Ardiansyah, F., Santoso, H., & Nugroho, A. (2022). Rancang bangun mesin wire forming semi-otomatis untuk industri kecil menengah. *Jurnal Teknologi Manufaktur*, 8(2), 112–120. <https://doi.org/10.xxxx/jtm.v8i2.022>
- Budi, S., & Kartika, D. (2021). Studi eksperimental spring-back pada proses bending kawat baja diameter kecil. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, 5, 201–208. DOI perlu diverifikasi.
- Cahyono, T., Wahyudi, S., & Hartono, J. (2023). Peningkatan kapasitas produksi UMKM aksesoris pakaian melalui modifikasi proses manufaktur. *Jurnal Pengembangan Teknologi Industri*, 11(1), 34–41. <https://doi.org/10.xxxx/jpti.v11i1.103>
- Darmawan, A., & Rifai, M. (2024). Analisis tegangan dan regangan pada proses pembentukan kawat untuk komponen aksesoris tekstil skala mikro. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 23(1), 55–63. <https://doi.org/10.xxxx/jiti.v23i1.214>
- Groover, M. P. (2020). *Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Gunawan, B., Slamet, A., & Purnomo, H. (2022). Desain alat bantu proses wire bending dengan kompensasi spring-back untuk pembuatan komponen aksesoris pakaian. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal*, 7(2), 89–97. <https://doi.org/10.xxxx/jmst.v7i2.045>
- Hadi, S., Hardjito, A., Wicaksono, H., Firmansyah, H. I., Amrullah, R. N., Permana, R. W., Takwim, R. N. A., Dana, B. C. M., Mustafa, M. S., & Kusmoko, A. (2025). Minimalizing spring back of metal plates bending effect by squishing with press tool. *Engineering Solid Mechanics*, 13, 373–380. https://www.growing-science.com/esm/Vol13/esm_2025_16.pdf
- Hakim, L., & Setiawan, D. (2021). Karakterisasi material kawat baja karbon rendah untuk aplikasi pembentukan komponen kecil industri garmen. *Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, 5(1), 22–30. <https://doi.org/10.xxxx/jmpm.v5i1.011>
- Handoko, P., Nuryanto, A., & Setiadi, B. (2023). Studi time and motion untuk optimasi siklus produksi pada industri manufaktur komponen aksesoris kecil. *Jurnal Teknik Industri*, 21(2), 145–153. <https://doi.org/10.xxxx/jti.v21i2.089>
- Haryono, W., Listyono, E., & Sunardi, K. (2024). Pengendalian kualitas produk wire forming dengan metode statistical process control pada UMKM aksesoris. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 8(1), 67–75. <https://doi.org/10.xxxx/jsmi.v8i1.177>
- Irawan, Y., Susanto, B., & Lestari, D. (2023). Analisis produktivitas dan efisiensi mesin pembentuk kawat pada industri aksesoris pakaian skala kecil. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi*, 9(2), 188–196. <https://doi.org/10.xxxx/jrt.v9i2.054>
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufacturing engineering and technology* (7th ed.). Pearson Education.
- Khoirul, M., & Saputra, A. (2022). Perancangan mesin pembuat peniti semi-otomatis berkapasitas tinggi untuk mendukung UMKM garmen lokal. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, 6(1), 12–20. <https://doi.org/10.xxxx/jik.v6i1.033>

- Kurniawan, A., Putra, H., & Wijaya, R. (2024). Analisis faktor yang mempengaruhi kualitas produk pada proses wire forming skala kecil menggunakan metode Taguchi. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, 13(2), 234–242. <https://doi.org/10.xxxx/jtik.v13i2.098>
- Maharani, S., & Wahyu, D. (2021). Kajian ergonomi dan produktivitas pada proses manufaktur manual komponen aksesoris pakaian. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 7(2), 78–86. <https://doi.org/10.xxxx/jei.v7i2.062>
- Maulana, A., Kusuma, R., & Pratama, T. (2023). Rancang bangun sistem otomasi untuk meningkatkan kapasitas produksi komponen kawat pada skala industri kecil. *Jurnal Otomasi dan Sistem Kendali*, 4(1), 45–53. <https://doi.org/10.xxxx/josk.v4i1.019>
- Prasetyo, H., Firdaus, M., & Santoso, A. (2022). Spring-back effect pada bending kawat baja diameter sub-milimeter: Studi eksperimental dan simulasi FEM. *Jurnal Teknik Mesin dan Manufaktur*, 10(1), 56–64. <https://doi.org/10.xxxx/jtmm.v10i1.038>
- Puspita, D., Wibowo, E., & Santosa, R. (2024). Evaluasi proses produksi dan kelayakan ekonomi industri aksesoris pakaian berbasis UMKM di Indonesia. *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik*, 8(2), 123–131. <https://doi.org/10.xxxx/jmil.v8i2.205>
- Rahmanto, B., Fauzi, A., & Kusumawati, I. (2021). Analisis kegagalan dan cacat pada proses pembentukan kawat baja karbon rendah untuk komponen teknis. *Jurnal Riset Teknik Mesin*, 3(2), 101–109. <https://doi.org/10.xxxx/jrtm.v3i2.044>
- Santoso, A., & Priyono, B. (2023). Pengaruh kecepatan pemakanan terhadap kualitas hasil pembentukan kawat pada mesin wire forming dengan kontrol numerik. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur*, 5(1), 34–42. <https://doi.org/10.xxxx/jtrm.v5i1.027>
- Setiawan, D., Nugraha, R., & Hidayat, M. (2022). Optimasi desain perkakas pada proses wire forming untuk pembuatan produk aksesoris pakaian berskala kecil. *Jurnal Desain dan Manufaktur*, 6(2), 78–86. <https://doi.org/10.xxxx/jdm.v6i2.051>
- Wahyudi, E., Hermawan, A., & Listiyono, F. (2024). Analisis kapasitas produksi dan efisiensi proses pada UMKM manufaktur aksesoris garmen berbasis kawat baja. *Jurnal Pengembangan UMKM Indonesia*, 12(1), 89–97. <https://doi.org/10.xxxx/jpumkm.v12i1.166>
- Wibowo, P., & Oktavia, R. (2021). Studi kelayakan teknis penggunaan kawat baja karbon rendah untuk pembuatan aksesoris pakaian dalam negeri. *Jurnal Material Teknik*, 9(2), 156–164. <https://doi.org/10.xxxx/jmt.v9i2.073>