



Fabrikasi Peniti Bros Panjang 60 mm, Diameter 0,5 mm, Bahan AISI 1045, Kapasitas 40 Unit/Jam

Adib Fahrur Rozi¹, Syamsul Hadi^{2*}, Dava Ilham Ibrahimovic³, Muhammad Nashih Taufiqie⁴, Bintang Bimantara Putra Pribadi⁵, Mahesa Haryo Torayoga⁶

^{1,3-6}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: adibfahrurrozi70@gmail.com¹, syamsul.hadi@polinema.ac.id², nashihtaufiqie70@gmail.com³, pribadifamily01@gmail.com⁴, davaibrahimovic688@gmail.com⁴, mahesa.dexolo@gmail.com⁵

*Penulis Korespondensi: syampol2003@yahoo.com

Abstract. Problems that often occur in brooch pins are bent wire or detached from the hook, also the possibility of the brooch coming off the pin when worn as a problem encountered. The purpose of fabrication is to obtain a 60 mm long brooch pin, 0.5 mm diameter, AISI 1045 material. Fabrication methods include: brooch pin design; selection of AISI 1045 material for 0.5 mm diameter wire and for 0.3 mm plate; cutting wire 94 mm long and sharpening one end; cutting the brooch pin end hook plate; forming the wire into a circle with a 4 mm hole for one winding; cutting a 0.3 mm thick plate in the shape according to the design; forming a pointed end hook with a punch and die; pressing the base of the wire to one side of the shape plate; electroplating with Chromium solution material; ordering and installing the customer's taste brooch; unification between the brooch and the pin stem; and quality-dimensional inspection. The fabrication results are in the form of a 60 mm long brooch pin, 0.5 mm diameter, AISI 1045 material coated with Chromium with a total cost of IDR 290,-/piece and a production duration of 90 seconds/piece which means that the brooch pin can be used for various desired accessories.

Keywords: 0.3 mm Plate; 0.5 mm Diameter Wire; AISI 1045 Material; Fabric Pin; Punch and Die.

Abstrak. Permasalahan yang sering terjadi pada peniti bros yaitu bengkok pada kawatnya atau terlepas dari kaitnya juga berpeluang bros lepas dari penitinya saat dipakai sebagai permasalahan yang dijumpai. Tujuan fabrikasi untuk memperoleh peniti bros panjang 60 mm, diameter 0,5 mm, bahan AISI 1045. Metode fabrikasi meliputi: desain peniti bros; pemilihan bahan AISI 1045 untuk kawat diameter 0,5 mm dan untuk pelat 0,3 mm; pemotongan kawat sepanjang 94 mm dan peruncingan satu ujungnya; pemotongan pelat kait ujung peniti bros; pembentukan kawat menjadi melingkar dengan lubang 4 mm untuk satu belitan; pemotongan pelat tebal 0,3 mm bentuk sesuai desain; pembentukan pengait ujung runcing dengan *punch* dan *die*; pengepresan pangkal kawat ke satu sisi pelat bentuk; pelapisan secara elektroplating dengan bahan larutan Kromium; pesan dan pemasangan bros selera pelanggan; penyatuan antara bros dan batang peniti; dan pemeriksaan mutu-dimensi. Hasil fabrikasi berupa peniti bros panjang 60 mm, diameter 0,5 mm, bahan AISI 1045 berlapis Kromium dengan total biaya Rp 290,-/biji dan durasi produksi 90 detik/biji yang berdampak bahwa peniti bros tersebut dapat digunakan untuk berbagai asesoris yang diinginkan.

Kata kunci: Bahan AISI 1045; Kawat Diameter 0,5 mm; Pelat 0,3 mm; Peniti Bros; *Punch* dan *Die*.

1. LATAR BELAKANG

Peniti bros merupakan satu produk kebutuhan sehari-hari yang banyak digunakan untuk menyatukan bros pada berbagai asesoris. Meskipun bentuknya sederhana, peniti harus memiliki kekuatan, elastisitas, dan ketahanan yang memadai agar tidak mudah bengkok, patah, maupun terlepas dari kait penguncinya selama penggunaan. Permasalahan yang sering ditemukan pada peniti bros adalah deformasi permanen akibat pembebanan berulang dan terlepasnya kawat dari bagian pengait ketika digunakan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa mutu bahan dan pembentukan sangat memengaruhi kinerja produk. Oleh karenanya diperlukan

pemilihan bahan yang memiliki kombinasi kekuatan dan ketangguhan yang baik agar mampu mempertahankan bentuknya selama pemakaian. Batas elastisitas kawat logam yang optimal sangat penting agar komponen berbentuk pegas tidak mengalami kegagalan fungsi atau bengkok saat menerima beban tekan maupun tarik dari tumpukan bros. Nilai tetapan pegas berhubungan dengan sifat elastis bahan yang digunakan dan mempengaruhi kemampuan pegas dalam menahan beban (Budi et al., 2021). Dengan demikian, pemahaman mengenai sifat elastis bahan menjadi dasar penting dalam pemilihan bahan peniti bros agar mampu mempertahankan bentuk dan fungsi pengunciannya selama penggunaan berulang.

Baja memainkan peran yang sangat penting dalam industri, karakteristik mekanik yang dimiliki oleh bahan tersebut sangat sesuai untuk berbagai penggunaan lapangan dalam beragam aplikasi. Baja karbon menengah AISI 1045 banyak digunakan pada komponen teknik. Baja AISI 1045 memiliki kadar karbon senilai 0,45% dan tergolong dalam jenis baja medium (Yuwita dkk., 2024). Carbon (C) 0,4-0,45 %; Sulfur (S) max 0,05 %; Fosfor (P) max 0,04 %; Silicon (Si) 0,1-0,3 %; Mangan (Mn) 0,60-0,90 %; Molibdenum (Mo) 0,25 % adalah komposisi baja AISI (Nota dkk., 2025). Sifat mekanik baja AISI 1045 tersebut mendukung penggunaannya sebagai bahan peniti bros yang memerlukan kekuatan dan ketahanan terhadap pembebanan berulang.

Pada manufaktur, sifat mekanik bahan tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi kimia, tetapi juga oleh pembentukan, perlakuan panas, maupun perlakuan permukaan. Perubahan parameter proses tersebut dapat memengaruhi mikrostruktur bahan, sehingga berdampak pada kekerasan, ketahanan aus, dan umur pakai komponen yang dihasilkan. Selain komposisi kimia bahan, mutu produk hasil manufaktur juga dipengaruhi oleh pembentukan yang digunakan. Dalam aplikasi pemakaiannya, semua baja akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek, tarik, maupun tekan, sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk (Dinata & Habib, 2022). Manufaktur peniti bros umumnya menggunakan pembentukan kawat (*wire forming*), yang meliputi penarikan kawat, pemotongan, pembengkokan (*bending*), dan *stamping* untuk membentuk bagian pengunci. Pengerjaan dingin (*cold working*) seperti pembengkokan kawat pada pembuatan belitan peniti (lubang 4 mm) akan memicu fenomena pengerasan regangan (*strain hardening*) yang meningkatkan kekerasan lokal kawat. Fenomena *strain hardening* pada baja karbon sedang juga berkaitan dengan akumulasi dislokasi yang terjadi selama deformasi plastis berulang, yang berdampak langsung pada peningkatan kekuatan bahan (Bleicher et al., 2021). Selain hal tersebut, pada pembengkokan (*banding*) baja AISI 1045 dapat terjadi fenomena *springback*, yaitu kembalinya bentuk sebagian setelah beban dilepaskan akibat kombinasi deformasi elastis dan plastis.

Fenomena ini menjadi satu tantangan dalam *forming* karena dapat menyebabkan ketidaksesuaian geometri produk akhir dengan desain awal. Selain fenomena *springback*, distribusi tegangan dan regangan pada pembengkokan kawat juga sangat dipengaruhi oleh evolusi dislokasi selama deformasi plastis. Oleh karenanya pengendalian parameter pembentukan menjadi satu aspek penting untuk memperoleh mutu produk yang baik (Stahl et al., 2021). Dengan demikian, pemahaman terhadap pengaruh pembentukan terhadap sifat mekanik dan perubahan mikrostruktur bahan menjadi penting untuk menghasilkan peniti bros yang memiliki dimensi presisi, kekuatan yang memadai, dan kualitas yang konsisten.

Selain pembentukan, tahap pelapisan permukaan juga berperan dalam meningkatkan mutu peniti bros. Satu metode yang banyak digunakan adalah *hard chrome electroplating* karena mampu meningkatkan ketahanan korosi dan mutu permukaan baja. Pada baja AISI 1045, peningkatan arus listrik dan waktu pelapisan menghasilkan lapisan yang lebih tebal dan mampu menurunkan laju korosi, sehingga parameter *electroplating* menjadi faktor penting dalam menentukan mutu lapisan yang dihasilkan (Rosidah et al., 2021). Ketahanan terhadap korosi merupakan satu aspek penting pada komponen berbahan baja karbon karena korosi dapat menurunkan mutu permukaan, mengurangi kekuatan bahan, dan memperpendek umur pakai komponen. berbagai metode perlindungan permukaan dikembangkan untuk meningkatkan ketahanan korosi, satunya melalui pelapisan permukaan (*surface coating*) (Suarsana et al., 2021). Selain memberikan perlindungan terhadap korosi, pelapisan juga berfungsi untuk meningkatkan mutu permukaan komponen, sehingga lebih sesuai digunakan pada komponen teknik maupun produk kebutuhan sehari-hari yang memerlukan ketahanan terhadap lingkungan.

Tujuan fabrikasi untuk memperoleh peniti bros berbahan baja AISI 1045 berdiameter kawat 0,5 mm, panjang peniti 40 mm, panjang kawat 94 mm, diameter belitan 4 mm, dan pelat pengunci tebal 0,3 mm yang memiliki dimensi sesuai rancangan, berlapis krom melalui *hard chrome electroplating*, dan mampu berfungsi sebagai pengikat bros dengan baik.

2. KAJIAN TEORITIS

Peniti bros adalah komponen kecil yang berfungsi menghubungkan dan menyatukan serat bros dalam penjahitan, dengan spesifikasi 40 mm panjang dan 0,5 mm diameter dirancang untuk aplikasi presisi pada industri tekstil dan apparel. Karena menerima beban mekanis berupa tekanan tusukan berulang dan gesekan dengan serat bros secara kontinu, bahan peniti harus memiliki kekerasan permukaan, kekuatan tarik, dan ketahanan aus yang memadai agar titik peniti tidak tumpul dan mata tidak mudah patah selama penggunaan. Baja karbon sedang AISI

1045 merupakan paduan besi-karbon dengan kadar karbon 0,43–0,50% dan mangan 0,60–0,90%, yang menawarkan kombinasi ideal antara kekuatan, keuletan, dan *machinability* (Holmberg et al., 2024). Karakteristik tersebut menjadikan baja AISI 1045 sesuai sebagai bahan peniti bros karena mampu memberikan keseimbangan antara kekuatan, ketahanan aus, dan kemudahan pembentukan.

Pembuatan peniti bros melibatkan beberapa tahap pekerjaan yang dilakukan secara berurutan. Proses tersebut menggabungkan teknik pembentukan logam dingin (*cold forming*) dan pekerjaan pemakanan presisi yang harus dilakukan dengan teliti dan akurat. Proses dimulai dengan menarik kawat baja untuk memperkecil diameternya menjadi 0,5 mm sesuai spesifikasi peniti. Menurut penelitian Larsson et al., (2024), *wire drawing* adalah teknik tertua dan paling sering digunakan dalam industri manufaktur logam. Cara kerjanya cukup sederhana yaitu kawat baja ditarik melalui cetakan berbentuk kerucut secara perlahan-lahan, sehingga diameter kawat menjadi lebih kecil sementara panjangnya bertambah. Proses tersebut juga membuat logam menjadi lebih kuat karena adanya *work hardening* (pengerasan akibat deformasi). Setelah ditarik, kawat yang masih bengkok atau tidak lurus diluruskan menggunakan mesin yang meluruskan kawat yang bengkok (*straightening*). Kemudian kawat dipotong dengan sangat teliti untuk menghasilkan potongan dengan panjang tepat 40 mm. Penelitian Toribio & Lorenzo, (2022) menunjukkan bahwa toleransi pemotongan harus sangat ketat, yaitu hanya boleh menyimpang $\pm 0,2$ mm dari ukuran target.

Setelah pemotongan, kawat dibentuk menjadi geometri peniti melalui pembengkokan (*wire bending*). Pembengkokan merupakan bagian dari pembentukan logam (*metal forming*) yang menghasilkan perubahan bentuk permanen akibat deformasi plastis tanpa menghilangkan bahan. *wire drawing* dan *wire forming* merupakan teknologi manufaktur yang banyak digunakan dalam produksi komponen berbahan kawat karena mampu menghasilkan produk dengan ketelitian dimensi yang tinggi, mutu permukaan yang baik, dan efisiensi penggunaan bahan (Donati et al., 2022). Selain hal tersebut, perkembangan teknologi pembentukan logam juga memungkinkan peningkatan produktivitas melalui optimasi desain cetakan (*die*) dan parameter proses.

Selama pembentukan, kawat mengalami deformasi plastis yang mengubah bentuk bahan secara permanen. Stahl et al., (2021) menjelaskan bahwa *bulk metal forming* tidak hanya mengubah geometri benda kerja, tetapi juga memengaruhi distribusi tegangan sisa (*residual stress*) dan kondisi regangan di dalam bahan. Oleh karenanya pengendalian parameter pembentukan sangat penting untuk menjaga mutu dimensi, mencegah cacat pembentukan, dan menghasilkan komponen yang memiliki performa mekanik yang baik. Perubahan bentuk

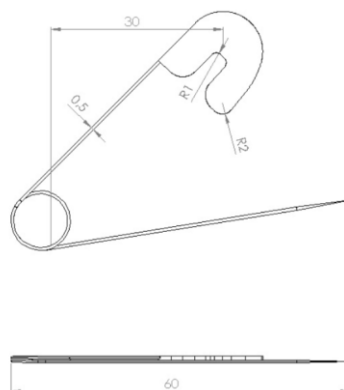
selama pembentukan kawat juga berpengaruh terhadap sifat mekanik bahan. Menurut Hwang (2022) deformasi plastis pada bahan kawat menyebabkan perubahan perilaku mekanik akibat akumulasi regangan selama pembentukan. Besarnya deformasi yang diberikan akan memengaruhi karakteristik deformasi lanjutan dan respons mekanik bahan, sehingga pembentukan harus dilakukan secara terkendali agar bentuk produk sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan.

Setelah kawat dibentuk, proses berikutnya adalah pembentukan pengait menggunakan *punch* dan *die* pada pelat baja, kemudian dilakukan pengepresan pangkal kawat, sehingga kawat dan pengait menjadi satu kesatuan. Tahap akhir fabrikasi dilakukan melalui pelapisan permukaan menggunakan elektroplating kromium untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi sekaligus memberikan permukaan yang lebih halus dan menarik. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan dimensi dan mutu produk guna memastikan panjang peniti, diameter kawat, bentuk pengait, dan fungsi penguncian telah sesuai dengan spesifikasi rancangan, sehingga peniti dapat digunakan secara aman dan optimal.

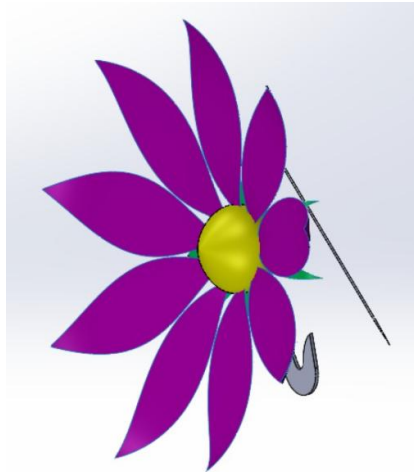
3. METODE PENELITIAN

Fabrikasi peniti bros, baja AISI 1045, *wire forming*, *stamping*, *cold working*, *electroplating*, dan sifat mekanik bahan. Peniti bros dirancang menggunakan bahan baja AISI 1045 dengan panjang produk 40 mm dan diameter kawat 0,5 mm. Panjang kawat yang digunakan untuk membentuk satu buah peniti adalah 94 mm dengan diameter belitan 4 mm, sedangkan pelat pengunci dibuat dari pelat baja setebal 0,3 mm.

Desain peniti bros berukuran panjang 60 mm dengan diameter kawat 0,5 mm sebagaimana Gambar 1 dan contoh satu model bros sebagaimana Gambar 2.



Gambar 1. Desain Peniti Bros Berukuran Panjang 60 mm Berdiameter Kawat 0,5 mm.



Gambar 2. Contoh Satu Model Bros.

Tahapan fabrikasi diawali dengan pemotongan kawat sesuai panjang rancangan, kemudian satu ujung kawat diruncingkan sebelum dilakukan pembentukan (*wire bending*) untuk menghasilkan badan peniti dan lilitan pegas. Menurut Donati et al., (2022) pembentukan kawat (*wire forming*) merupakan satu metode manufaktur yang banyak digunakan untuk menghasilkan komponen logam berdimensi presisi dengan efisiensi bahan yang tinggi dan produktivitas yang baik. Selain hal tersebut, pembentukan dingin (*cold forming*) mampu menghasilkan mutu permukaan yang baik dan mengurangi kehilangan bahan selama produksi. Pengait peniti dibuat dari pelat baja melalui *blanking* dan *forming* menggunakan pasangan *punch* dan *die*. Menurut Liewald et al., (2022), teknologi *sheet metal forming* dan *blanking* banyak diterapkan dalam industri manufaktur karena mampu menghasilkan bentuk komponen yang seragam, akurat, dan sesuai untuk produksi berulang (*mass production*). Ketelitian dimensi *punch* dan *die* menjadi faktor penting dalam menentukan mutu komponen hasil pembentukan.

Setelah pembentukan selesai, kawat dan pelat pengunci dirakit melalui pengepresan, sehingga membentuk mekanisme pengunci peniti. Selanjutnya dilakukan *electroplating* menggunakan kromium untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi, memperbaiki mutu permukaan, dan memberikan tampilan akhir yang lebih baik. *electrodeposition* atau *electroplating* kromium merupakan satu metode pelapisan permukaan yang banyak digunakan pada komponen logam karena mampu meningkatkan ketahanan korosi, ketahanan aus, dan menghasilkan permukaan yang lebih halus dan dekoratif (Okonkwo et al., 2022).

Tahap akhir fabrikasi adalah pemeriksaan mutu produk yang meliputi pengukuran panjang peniti, diameter kawat, bentuk pengait, mutu lapisan kromium, dan fungsi mekanisme penguncian. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan setiap produk memenuhi spesifikasi rancangan dan dapat digunakan sesuai fungsinya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain peniti bros dilakukan berdasarkan spesifikasi produk yang telah ditetapkan, yaitu panjang akhir 40 mm dengan diameter kawat 0,5 mm menggunakan bahan baja karbon sedang AISI 1045. Berdasarkan rancangan tersebut, panjang kawat awal yang diperlukan untuk membentuk satu buah peniti adalah 94 mm dengan diameter lilitan senilai 4 mm. Selain komponen kawat, dibuat pula pelat pengunci dari baja AISI 1045 dengan ketebalan 0,3 mm yang berfungsi sebagai pengunci ujung runcing peniti. Dimensi tersebut dipilih agar produk memiliki ukuran yang sesuai dengan kebutuhan penggunaan pada bros sekaligus tetap mempertahankan fungsi elastis dan mekanisme penguncian.

Tahap desain difokuskan pada kemudahan pembentukan (*manufacturability*), sehingga setiap komponen dapat diproduksi menggunakan pembentukan dingin (*cold forming*) tanpa menghilangkan bahan secara berlebihan. Pendekatan ini sesuai dengan konsep pembentukan logam yang menekankan efisiensi bahan, ketelitian dimensi, dan produktivitas tinggi dalam pembuatan komponen berukuran kecil. *sheet-bulk metal forming* mampu menghasilkan komponen dengan dimensi yang presisi melalui deformasi plastis yang terkendali, sehingga sesuai diterapkan pada komponen yang membutuhkan akurasi geometri tinggi (Wernicke, 2022). Karakteristik tersebut mendukung pembuatan peniti bros karena memungkinkan tercapainya dimensi yang presisi, penggunaan bahan yang efisien, dan produktivitas manufaktur yang tinggi.

Pemilihan dimensi kawat dan bentuk lilitan juga mempertimbangkan kemudahan pembentukan menggunakan jig atau cetakan pembentuk (*forming die*). Geometri lilitan harus mampu menghasilkan gaya elastis yang cukup agar ujung peniti kembali ke posisi semula setelah digunakan. Selain hal tersebut, rancangan pengait dibuat agar dapat mengunci ujung runcing secara stabil, sehingga mengurangi kemungkinan peniti terlepas selama pemakaian. Pemanfaatan pembentukan logam pada komponen berdimensi kecil juga didukung oleh penelitian Zhuang et al. (2021) yang menyatakan bahwa *sheet-bulk forming* mampu menghasilkan komponen dengan bentuk kompleks, akurasi dimensi yang baik, dan efisiensi penggunaan bahan melalui pengendalian deformasi plastis selama pembentukan. Prinsip tersebut menjadi dasar dalam desain peniti bros, sehingga setiap tahapan pembentukan dapat menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi dimensi sekaligus mudah diproduksi secara berulang.

Fabrikasi peniti bros diawali dengan pemotongan kawat baja AISI 1045 sepanjang 94 mm sesuai hasil desain. Setelah pemotongan selesai, satu ujung kawat diruncingkan agar memiliki kemampuan penetrasi yang baik terhadap serat bros. Selanjutnya kawat dibentuk

menjadi satu lilitan berdiameter 4 mm menggunakan cetakan pembentuk (*forming die*), kemudian dibentuk menjadi badan peniti hingga diperoleh panjang akhir produk senilai 40 mm. Tahapan pembentukan berlangsung dengan baik tanpa ditemukan retak ataupun patah pada kawat selama deformasi.

Keberhasilan pembentukan menunjukkan bahwa metode *cold forming* mampu menghasilkan perubahan bentuk permanen pada kawat dengan akurasi dimensi yang baik. Menurut Holstein et al. (2020) *incremental die bending* memungkinkan pembentukan kawat dengan bentuk yang kompleks, akurasi tinggi, dan biaya produksi yang relatif rendah karena geometri produk dibentuk langsung mengikuti kontur cetakan. Proses tersebut juga memberikan fleksibilitas dalam menghasilkan berbagai bentuk komponen kawat tanpa memerlukan tahapan pembentukan yang berulang.

Selama pembentukan tidak ditemukan cacat berupa retak permukaan maupun deformasi yang menyebabkan peniti tidak dapat berfungsi. Hal ini menunjukkan bahwa parameter pembentukan yang digunakan masih berada pada rentang yang sesuai, sehingga deformasi plastis dapat berlangsung secara stabil. Menurut Dohda et al. (2021) mutu hasil pembentukan logam sangat dipengaruhi oleh kondisi kontak antara bahan dan cetakan. Pengendalian gesekan (*friction*) dan fenomena *galling* menjadi faktor penting untuk mencegah kerusakan permukaan, menjaga akurasi dimensi, dan meningkatkan mutu produk hasil pembentukan.

Tahap berikutnya adalah pembentukan pengait menggunakan *punch* dan *die* dari pelat baja setebal 0,3 mm. Pengait yang dihasilkan memiliki bentuk yang sesuai dengan rancangan, sehingga mampu mengunci ujung runcing peniti dengan baik. Setelah pengait selesai dibentuk, pangkal kawat dipres pada pelat pengunci hingga kedua komponen menjadi satu kesatuan. Ketelitian pembentukan dan perakitan ini berpengaruh terhadap fungsi mekanisme penguncian, sehingga peniti dapat dibuka dan ditutup berulang kali tanpa mengalami pelepasan dari pengait.

Secara keseluruhan, hasil fabrikasi menunjukkan bahwa tahapan pemotongan kawat, peruncingan, pembentukan lilitan, pembentukan pengait, dan pengepresan dapat menghasilkan peniti bros sesuai dengan spesifikasi rancangan. Produk akhir memiliki panjang 40 mm, diameter kawat 0,5 mm, dan mekanisme penguncian yang dapat berfungsi dengan baik sebelum memasuki pelapisan permukaan menggunakan elektroplating kromium.

Setelah pembentukan dan perakitan selesai, peniti bros dilapisi menggunakan elektroplating kromium. Pelapisan dilakukan untuk meningkatkan mutu permukaan, memperbaiki penampilan produk, dan meningkatkan ketahanan terhadap korosi akibat kontak dengan udara dan kelembapan selama penggunaan. Hasil pengamatan visual menunjukkan

bahwa lapisan kromium menutupi seluruh permukaan peniti secara merata, sehingga menghasilkan permukaan yang lebih mengkilap dibandingkan sebelum pelapisan. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Rosidah et al. (2021) yang menjelaskan bahwa elektroplating pada baja AISI 1045 mampu membentuk lapisan logam yang melekat dengan baik pada permukaan bahan. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa peningkatan parameter pelapisan menghasilkan ketebalan lapisan yang lebih besar, sehingga ketahanan terhadap korosi menjadi lebih baik. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa elektroplating merupakan satu metode perlindungan permukaan yang efektif untuk komponen baja karbon sedang.

Hasil fabrikasi menunjukkan bahwa peniti bros yang dihasilkan telah memenuhi spesifikasi rancangan dengan panjang produk senilai 40 mm dan diameter kawat 0,5 mm. Pemeriksaan dilakukan terhadap dimensi produk, bentuk lilitan, mekanisme pengunci, dan kondisi permukaan setelah elektroplating. Berdasarkan hasil pengamatan visual, tidak ditemukan cacat berupa retak, deformasi berlebihan, maupun ketidaksesuaian bentuk yang dapat mengganggu fungsi peniti. Selain hal tersebut, mekanisme pengunci mampu menahan ujung runcing peniti dengan baik, sehingga produk dapat dibuka dan ditutup berulang kali tanpa mengalami pelepasan dari pengait.

Pemeriksaan dimensi merupakan satu tahapan penting dalam manufaktur karena menentukan kesesuaian produk terhadap spesifikasi desain. pengukuran dimensi (*optical metrology* maupun pengukuran konvensional) berperan penting dalam menjamin ketelitian geometris produk dan mendukung pengendalian mutu pada manufaktur modern Catalucci et al. (2022). Pemeriksaan dimensi setelah pembentukan diperlukan untuk memastikan bahwa deformasi plastis yang terjadi selama fabrikasi tidak menyebabkan penyimpangan ukuran yang melebihi toleransi rancangan.

Selain pemeriksaan dimensi, inspeksi visual terhadap permukaan produk dilakukan untuk memastikan tidak terdapat cacat seperti goresan, retak, maupun ketidaksempurnaan lapisan yang dapat memengaruhi fungsi peniti. Menurut Ren et al. (2022) deteksi cacat permukaan merupakan bagian penting dalam sistem pengendalian mutu manufaktur karena mampu mengidentifikasi ketidaksesuaian produk sejak tahap akhir produksi, sehingga mutu produk tetap terjaga sebelum dipasarkan.

Estimasi biaya dan waktu fabrikasi peniti bros ukuran 40 mm, diameter 0,5 mm sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Estimasi Biaya dan Waktu Fabrikasi Peniti bros Ukuran 40 mm, Diameter 0,5 mm.

No.	Tahapan Proses	Biaya Produksi (Rp)	Durasi Proses (Detik)
1	Desain peniti bros	10,0	10
2	Pemilihan bahan AISI 1045 untuk kawat diameter 0,5 mm dan untuk pelat 0,3 mm	15,0	5
3	Pemotongan kawat sepanjang 94 mm dan peruncingan satu ujungnya	15,0	5
4	Pemotongn pelat kait ujung peniti bros	15,0	5
5	Pembentukan kawat menjadi melingkar dengan lubang 4 mm untuk satu belitan	40,0	10
6	Pemotongan pelat tebal 0,3 mm bentuk sesuai desain	20,0	5
7	Pembentukan pengait ujung runcing dengan <i>punch</i> dan <i>die</i>	15,0	10
8	Pengepresan pangkal kawat ke satu sisi pelat bentuk	10,0	10
9	Pelapisan secara elektroplating dengan bahan larutan Kromium	20,0	10
10	Pesan dan pemasangan bros selera pelanggan	100,0	5
11	Penyatuan antara bros dan batang peniti	20,0	10
12	Pemeriksaan mutu-dimensi-standar	10,0	5
	Jumlah	290,0	90
	Pajak 10%	29,0	
	Laba 15%	43,5	
	Total/Harga jual/unit	362,5	

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil fabrikasi peniti bros panjang 60 mm, diameter 0,5 mm, bahan AISI 1045 berlapis Kromium dengan total biaya Rp 290,-/biji dan durasi produksi 90 detik/biji yang berdampak bahwa peniti bros tersebut dapat digunakan untuk berbagai asesoris yang diinginkan.

Berdasarkan hasil desain, fabrikasi, dan pemeriksaan mutu yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa peniti bros berbahan baja karbon sedang AISI 1045 berhasil di fabrikasi sesuai spesifikasi rancangan dengan panjang 40 mm, diameter kawat 0,5 mm, panjang kawat awal 94 mm, diameter lilitan 4 mm, dan pelat pengunci setebal 0,3 mm melalui tahapan pemotongan kawat, peruncingan ujung, pembentukan lilitan dan badan peniti, pembentukan pengait menggunakan *punch* dan *die*, pengepresan, dan pelapisan permukaan menggunakan elektroplating kromium. Hasil pemeriksaan mutu menunjukkan bahwa dimensi, fungsi mekanisme penguncian, dan mutu permukaan telah memenuhi spesifikasi yang direncanakan, sehingga peniti mampu mengikat hingga lima tumpuk helai bros dengan baik. Selain hal tersebut, fabrikasi menghasilkan biaya produksi senilai Rp210 per biji dengan waktu produksi sekitar 90 detik per biji, sehingga metode yang diterapkan dinilai efektif untuk menghasilkan peniti bros yang memenuhi aspek fungsi, mutu, dan efisiensi produksi.

DAFTAR REFERENSI

- Bleicher, F., Baumann, C., Krall, S., Mates, S. P., Herzig, S., Alder, T., & Herzig, N. (2021). Manufacturing technology considering the influence of heating rate, complex hardening and dynamic strain aging in AISI 1045 machining: Experiments and simulations. *CIRP Annals: Manufacturing Technology*, 70(1), 49–52. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.04.083>
- Budi, E., Budi, A. S., Fitri, U. R., Aprilia, R., & Andriyani, D. (2021). Kajian sifat tetapan pegas dan modulus. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains dan Aplikasinya (JPMSA)*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.21009/jpm-sains.v1i1.18248>
- Catalucci, S., Thompson, A., Piano, S., Branson, D. T., & Richard III, I. (2022). Optical metrology for digital manufacturing: A review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 120(5–6), 4271–4290. <https://doi.org/10.1007/s00170-022-09084-5>
- Dinata, R., & Habib, F. (2022). Pengaruh perlakuan panas baja AISI 1045 terhadap kekuatan tarik. *Journal Technology Process (JTP)*, 2(1), 41–49.
- Dohda, K., Yamamoto, M., Hu, C., Dubar, L., & Ehmann, K. F. (2021). Galling phenomena in metal forming. *Friction*, 9(4), 665–685. <https://doi.org/10.1007/s40544-020-0430-z>
- Donati, L., Reggiani, B., Pelaccia, R., Negozio, M., & Di Donato, S. (2022). Advancements in extrusion and drawing: A review of the contributes by the ESAFORM community. *International Journal of Material Forming*, 15(3), 41. <https://doi.org/10.1007/s12289-022-01664-w>
- Holmberg, J., Wendel, J., & Stormvinter, A. (2024). Progressive induction hardening: Measurement and alteration of residual stresses. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 33, 7770–7780. <https://doi.org/10.1007/s11665-024-09703-0>
- Holstein, V., Hermes, M., & Tekkaya, A. E. (2020). Analysis of incremental die bending of wires and tubes. *Production Engineering*, 14(2), 265–274. <https://doi.org/10.1007/s11740-020-00952-1>
- Hwang, J.-K. (2022). Hardening and softening behavior of caliber-rolled wire. *Materials*, 15(8), 2939. <https://doi.org/10.3390/ma15082939>
- Larsson, J., Pettersson, R., & Korin, C. (2024). Experimental and theoretical examination and development of methods to calculate required pull force in wire drawing. *Heliyon*, 10(19), e39867. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39867>
- Liewald, M., Bergs, T., Groche, P., Arno, B., David, B., & Martina, B. (2022). Perspectives on data-driven models and its potentials in metal forming and blanking technologies. *Production Engineering*, 16(5), 607–625. <https://doi.org/10.1007/s11740-022-01115-0>
- Nota, N. A. S., Azis, A., Budianti, S. I., & Sampurno, C. B. K. (2025). Pengaruh proses quenching dengan variasi media pendingin terhadap sifat mekanik dan struktur mikro baja AISI 1045. *Journal of Science & Engineering*, 5(1), 140–144. <https://doi.org/10.54199/pjse.v5i1.493>
- Okonkwo, B. O., Jeong, C., & Jang, C. (2022). Advances on Cr and Ni electrodeposition for industrial applications: A review. *Coatings*, 12(10), 1555. <https://doi.org/10.3390/coatings12101555>

- Ren, Z., Fang, F., Yan, N., & Wu, Y. (2022). State of the art in defect detection based on machine vision. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 9(2), 661–691. <https://doi.org/10.1007/s40684-021-00343-6>
- Rosidah, A. A., Setyowati, V. A., & Choir, M. (2021). Effect of current and coating time on the layer thickness and corrosion rate of electroplated AISI 1045. *SPECTA Journal of Technology*, 5(1), 99–104. <https://doi.org/10.35718/specta.v5i1.337>
- Stahl, A. F. J., Selbmann, C. K. R., Kuhfuß, S. O. A. J. M. M. B., Behrens, B. A., & Groche, P. (2021). Strategies for residual stress adjustment in bulk metal forming. *Archive of Applied Mechanics*, 91(8), 3557–3577. <https://doi.org/10.1007/s00419-021-01903-7>
- Suarsana, I. K., Astika, I. M., Suryawan, I. G. P. A., & Kurniawan, D. (2021). Efek perlakuan *pack carburizing* dan media korosif pada baja AISI 1045 terhadap laju korosi. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 14(2), 37–43. <https://doi.org/10.24843/JEM.2021.v14.i02.p01>
- Toribio, J., & Lorenzo, M. (2022). On the use of multi-step dies for improving the performance against hydrogen embrittlement of cold drawn prestressing steel wires. *Materials*, 15(24), 9085. <https://doi.org/10.3390/ma15249085>
- Wernicke, S., Hahn, M., Gerstein, G., Nürnberger, F., & Tekkaya, A. E. (2021). Strain path dependency in incremental sheet-bulk metal forming. *International Journal of Material Forming*, 14(4), 547–561. <https://doi.org/10.1007/s12289-020-01537-0>
- Yuwita, P. E., Habib, A., & Faila, R. N. (2024). Studi pengaruh variasi media pendingin quenching dan waktu penahanan pada proses heat treatment terhadap kekerasan baja AISI 1045. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 19(1), 77–84. <https://doi.org/10.32497/jrm.v19i1.4960>
- Zhuang, X., Liang, M., Zhu, S., Zhu, Y., & Zhao, Z. (2021). Sheet bulk forming of thin-walled components with external gearing through upsetting using controllable deformation zone method. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 34, 138. <https://doi.org/10.1186/s10033-021-00664-2>