



## Produksi Obeng Minus-Plus Panjang 160 mm dengan Pegangan Kunci Sok Busi M16, Kapasitas 5 Biji/Jam

Azka Najahaan Arsadani<sup>1</sup>, Syamsul Hadi<sup>2\*</sup>, Muhammad Rafif Daffa Adz Dzakiru<sup>3</sup>,  
Muhammad Yusuf Kurniawan<sup>4</sup>, Nabil Iwandaka<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup>Program Studi Diploma IV, Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

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

Email: [arsadani773@gmail.com](mailto:arsadani773@gmail.com), [syamsul.hadi@polinema.ac.id](mailto:syamsul.hadi@polinema.ac.id), [rafifd273@gmail.com](mailto:rafifd273@gmail.com), [awan.myk@gmail.com](mailto:awan.myk@gmail.com), [nabiliwandaka@gmail.com](mailto:nabiliwandaka@gmail.com)

\*Penulis Korespondensi: [syampol2003@yahoo.com](mailto:syampol2003@yahoo.com)

**Abstract.** A pair of minus-plus screwdrivers with motorcycle spark plug socket wrench handles that are often lost/lost is a problem. The production objective is to obtain a pair of minus-plus screwdrivers with a length of 160 mm and an M16 spark plug socket wrench. The production objective is to obtain a pair of minus-plus screwdrivers with a length of 160 mm and an M16 spark plug socket wrench. The production method includes: design of a pair of minus-plus screwdrivers and spark plug socket wrenches; selection of minus-plus screwdriver materials with a diameter of 8 mm and a pipe with a diameter of 16 mm x 90 mm, a thickness of 2 mm for socket wrenches from AISI 1045; forming of plus-minus screwdriver bits; forging socket wrenches into hexagons from 16 mm diameter pipes; drilling through the end of 9 mm diameter pipes; making 20 mm long screwdriver shaft torque retainer; installation of torque retainer tightness on the end of 12 mm inner diameter pipes, finishing of screwdriver shafts and socket wrenches; hot-dip galvanization on screwdriver shafts and socket wrenches; quality inspection, dimensions, and open-close packaging. The production results are a pair of 160 mm long minus-plus screwdrivers, 8 mm diameter screwdriver shaft with M16 spark plug socket wrench, 2 mm thickness of AISI 1045 zinc-coated steel, total manufacturing cost of IDR 22,000/unit, manufacturing duration of 12 minutes/unit which has the impact that a pair of minus-plus screwdrivers and socket wrench can be used and can be stored back in the container.

**Keywords:** 160mm Long Screwdriver; Hex Socket Wrench Formation; M16 Spark Plug Socket Wrench; Minus-Plus Screwdriver; Zinc Plated.

**Abstrak.** Sepasang obeng minus-plus pegangan kunci sok busi sepeda motor yang sering hilang/*ketlisut* sebagai permasalahan. Tujuan produksi untuk memperoleh sepasang obeng minus-plus panjang 160 mm dan kunci sok busi M16. Metode produksi meliputi: desain pasangan obeng minus-plus dan kunci sok busi; pemilihan bahan obeng minus-plus berdiameter 8 mm dan pipa berdiameter 16 mm ketebalan 2 mm panjang 90 mm untuk kunci sok dari AISI 1045; pembentukan mata obeng plus-minus; penempaan kunci sok menjadi segi enam dari pipa diameter 16 mm; pengeboran tembus ujung pipa berdiameter 9 mm; pembuatan penahan torsi batang obeng sepanjang 20 mm; pemasangan sesak penahan torsi pada ujung pipa diameter dalam 12 mm, *finishing* batang obeng dan kunci sok; *hot-dip galvanization* pada batang obeng dan kunci sok; pemeriksaan mutu, dimensi, dan pengemasan buka-tutup. Hasil produksi berupa sepasang obeng minus-plus panjang 160 mm, diameter batang obeng 8 mm dengan kunci sok busi M16, ketebalan 2 mm dari bahan baja AISI 1045 berlapis Seng, total biaya produksi Rp 22.000,-/unit, durasi proses produksi 12 menit/unit yang berimplikasi bahwa sepasang obeng minus-plus dan kunci sok dapat digunakan dan dapat disimpan kembali ke wadahnya.

**Kata kunci:** Berlapis Seng; Kunci Sok Busi M16; Obeng Minus-Plus; Obeng Panjang 160 Mm; Pembentukan Kunci Sok Segi Enam.

## 1. LATAR BELAKANG

Peralatan manual (*hand tools*) merupakan komponen vital dalam kegiatan perawatan dan perbaikan kendaraan bermotor, khususnya sepeda motor. Di antara peralatan yang paling sering digunakan adalah obeng dan kunci sok busi, namun dalam praktik sehari-hari di bengkel maupun rumah tangga, kedua alat tersebut sering terpisah dan mudah hilang karena tidak memiliki sistem penyimpanan yang terintegrasi. Kondisi tersebut menyebabkan inefisiensi kerja dan pemborosan biaya akibat pembelian alat pengganti secara berulang. Obeng merupakan alat pengendor atau pengencang sekrup yang bekerja berdasarkan prinsip torsi. Desain dan geometri ujung mata obeng sangat menentukan efektivitas penggunaannya. Dalam konteks manufaktur alat manual, pemilihan bahan baku yang tepat menjadi kunci utama keberhasilan produk. Baja AISI 1045 yang memiliki kandungan karbon menengah (0,43-0,50%) banyak digunakan untuk komponen yang membutuhkan kekuatan dan ketangguhan tinggi (Hidayat, 2019), Sifat mekanik baja tersebut sangat sesuai untuk batang obeng yang harus tahan terhadap beban puntir berulang.

Kunci busi merupakan alat khusus untuk membuka dan memasang busi sepeda motor dengan standar ulir M16. Busi adalah komponen penting dalam sistem pengapian mesin bensin yang harus diperiksa dan diganti secara berkala. Ketiadaan kunci busi yang terintegrasi dengan obeng menyebabkan mekanik harus membawa dua alat terpisah, yang berisiko tertinggal atau hilang. Inovasi berupa integrasi kunci sok busi M16 sebagai pegangan obeng menjawab kebutuhan praktis tersebut. Proses produksi alat manual tersebut melibatkan berbagai tahapan manufaktur mulai dari desain, pemilihan bahan, hingga *finishing* dan pelapisan permukaan. Optimasi proses produksi mencakup parameter pemotongan, konsumsi energi, dan mutu permukaan merupakan aspek penting yang harus diperhatikan (Feng dkk. 2022). Pelapisan Seng (galvanisasi) pada produk akhir berfungsi sebagai proteksi korosi sekaligus meningkatkan nilai estetika produk (Hidayat, 2019). Kedua aspek tersebut relevan dengan produksi obeng-kunci sok busi.

Penelitian-penelitian terdahulu telah banyak membahas optimasi pemesinan dan produksi alat potong. Pengoptimalan desain alat potong untuk efisiensi manufaktur yang ditingkatkan telah menjadi fokus kajian di era Industri 4.0 (Agarwal dkk., 2024). Di sisi lain, aplikasi cara *Single Minute Exchange of Die* telah terbukti mampu mereduksi waktu setup dan meningkatkan kapasitas produksi di berbagai sektor manufaktur (Mughits dkk., 2023). Kombinasi pendekatan desain yang tepat dengan metode produksi efisien diharapkan dapat menghasilkan produk obeng-kunci sok busi yang bermutu tinggi dengan biaya produksi yang terjangkau. Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari kegiatan produksi tersebut adalah

menghasilkan sepasang obeng minus-plus panjang 160 mm dengan kunci sok busi M16 sebagai pegangan, berkapasitas produksi 5 unit/jam, dengan biaya produksi yang ekonomis, mutu yang terstandar, serta sistem penyimpanan yang terintegrasi sehingga meminimalisasi kemungkinan kehilangan peralatan.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Metode produksi yang digunakan dalam pembuatan sepasang obeng minus-plus panjang 160 mm dengan kunci sok busi M16 tersebut mencakup serangkaian tahapan yang sistematis dan terencana. Setiap tahapan dirancang untuk memastikan mutu, efisiensi, dan konsistensi produksi sesuai target kapasitas 5 unit/jam. Tahap pertama adalah desain pasangan obeng minus-plus panjang 160 mm dan kunci sok busi M16. Desain yang baik merupakan fondasi dari proses manufaktur yang efisien. Desain produk meliputi: batang obeng minus berdiameter 8 mm panjang 160 mm dari baja AISI 1045; batang obeng plus berdiameter 8 mm panjang 160 mm dari baja AISI 1045; kunci sok segi enam M16 dari pipa berdiameter 16 mm ketebalan 2 mm panjang 90 mm; serta sayap sangkutan sebagai alat penggantung/penyimpanan. Perencanaan produksi yang matang termasuk perhitungan kapasitas produksi dan kebutuhan bahan merupakan hal krusial dalam manufaktur (Gómez-Rocha dkk. 2021).

Bahan utama yang dipilih adalah baja AISI 1045 untuk batang obeng, dan pipa baja berdiameter 16 mm ketebalan 2 mm panjang 90 mm untuk kunci busi. Pemilihan bahan AISI 1045 didasarkan pada sifat mekaniknya yang unggul: kekuatan tarik 570-700 MPa, kekerasan 163-207 HB, dan ketangguhan yang baik terhadap beban puntir. Kondisi permukaan dan kekerasan bahan mentah amat berefek pada mutu baja (Budayawati dkk., 2026). Pipa baja dipilih karena kemudahan pembentukannya menjadi profil segi enam dan kesesuaian dimensinya dengan ukuran busi M16. Pembentukan ujung mata obeng minus dilakukan dengan proses penggerindaan (*grinding*) menggunakan mesin gerinda bangku untuk membentuk alur lurus (*flat*) sesuai standar. Pembentukan ujung mata obeng plus dilakukan dengan penggerindaan membentuk profil silang (+) berstandar. Proses penggerindaan harus memperhatikan parameter untuk kecepatan potong, kedalaman pemakanan, dan kondisi pendinginan untuk menghasilkan geometri yang presisi dan permukaan yang halus. Keausan alat potong selama proses penggerindaan perlu dipantau secara berkala untuk menjaga konsistensi mutu (Soori dkk., 2022). Mutu mata obeng yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kondisi alat gerinda yang digunakan.

Proses *milling* merupakan tahapan kritis dalam pembentukan profil segi enam (*hexagonal*) pada kepala sok busi M16. Pemakaian cetak 3D pemegang tools di empat kerja telah terbukti meningkatkan presisi dan efisiensi permesinan (Izhardas dkk., 2023). Selain hal tersebut, aspek keamanan produk juga perlu diperhatikan; desain alat pembersih busi dengan pendekatan ergonomi menunjukkan pentingnya mempertimbangkan aspek kenyamanan dan keamanan pengguna dalam desain perkakas otomotif (Mario, F. dkk 2019). Klasifikasi dan sifat bahan teknik sangat menentukan ketepatan pemilihan bahan baku, di mana baja paduan dengan kandungan karbon sedang untuk AISI 4140 dan AISI 1045 menjadi pilihan utama untuk komponen yang memerlukan ketahanan terhadap torsi dan benturan (Hidayat, 2019).

Setelah pembentukan, dilakukan proses *finishing* meliputi penghalusan permukaan, penghilangan sisi tajam (*deburring*), dan pembersihan permukaan. Mutu permukaan akhir sangat berpengaruh terhadap performa dan umur pakai produk (Soori dkk., 2022). Selanjutnya dilakukan pelapisan Seng (*hot-dip galvanization*) pada batang obeng dan kunci sok melalui pencelupan ke dalam Seng cair (*hot-dip galvanization*). Pelapisan Seng berfungsi sebagai lapisan pelindung korosi dan memberikan tampilan estetik yang baik (Khairina & Jonuarti, 2026). Proses pelapisan yang optimal menghasilkan lapisan yang merata dengan ketebalan yang konsisten. Pemeriksaan mutu dilakukan terhadap dimensi, kekerasan, mutu lapisan, dan fungsi produk. Kontrol mutu mencakup pengukuran panjang batang obeng ( $160 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ ), diameter batang ( $8 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ ), profil ujung mata obeng, dimensi kunci sok M16, dan ketebalan lapisan Seng. Aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) selama proses produksi juga diperhatikan sesuai regulasi yang berlaku (Riansyah dkk., 2026). Pengemasan buka-tutup dirancang agar produk dapat disimpan secara terintegrasi dan mudah diakses saat dibutuhkan. Perhitungan kapasitas produksi didasarkan pada durasi proses 12 menit/unit. Dengan demikian, dalam satu jam kerja efektif (60 menit) dapat dihasilkan 5 unit ( $60/12 = 5 \text{ unit/jam}$ ). Efisiensi produksi ditingkatkan melalui penerapan prinsip-prinsip lean manufacturing dan optimasi alur kerja (Mughits dkk., 2023). Biaya produksi dihitung berdasarkan biaya bahan baku, biaya proses (energi, waktu mesin, karyawan), dan biaya manajemen, menghasilkan total biaya pembuatan senilai Rp 22.000,-/unit.

Baja AISI 4140 dipakai konstruksi lain misalnya roda pesawat terbang, komponen otomotif, dan rol baja (Wijaya, 2022). Pemahaman karakteristik baja paduan tersebut menjadi dasar perbandingan dalam pemilihan baja AISI 1045 sebagai bahan batang obeng. Manufaktur profil lengkung diawali dengan bahan baku, peengkungan memakai alat *spinning*, pengukiran dan pengerjaan akhir (Yuniarto dkk., 2026). Penempaan kunci sok busi juga mengalami

perubahan serupa dari bentuk pipa menjadi bentuk segi enam yang ketebalannya relatif tidak berubah.

Proses tempa panas harus dilakukan pada temperatur di atas rekristalisasi agar bahan mudah dibentuk dan tidak mengalami pengerasan regangan, namun jika temperatur tidak terkontrol dengan baik, maka dapat menyebabkan cacat pada bahan. Selain hal tersebut, proses pendinginan yang tidak tepat dapat mengakibatkan bahan menjadi getas dan rentan terhadap retak (Akbar dkk., 2021). Hal tersebut menunjukkan bahwa pengendalian parameter proses, untuk temperatur pemanasan dan media pendingin, sangat berpengaruh terhadap mutu produk akhir.

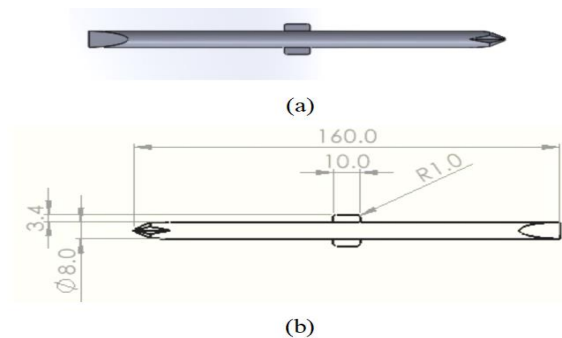
### 3. METODE PENELITIAN

Metode produksi melalui tahapan pembuatan obeng minus-plus dengan panjang total 160 mm (terdiri dari batang 120 mm dan bagian yang masuk ke pegangan sepanjang 40 mm), diameter luar silinder 17-18 mm, serta pegangan sok busi M16 dengan panjang 100 mm. Selain hal tersebut, produksi mengkaji berbagai parameter teknis yang berpengaruh terhadap mutu produk dan efisiensi waktu produksi guna mencapai target kapasitas sebesar 5 unit/jam.

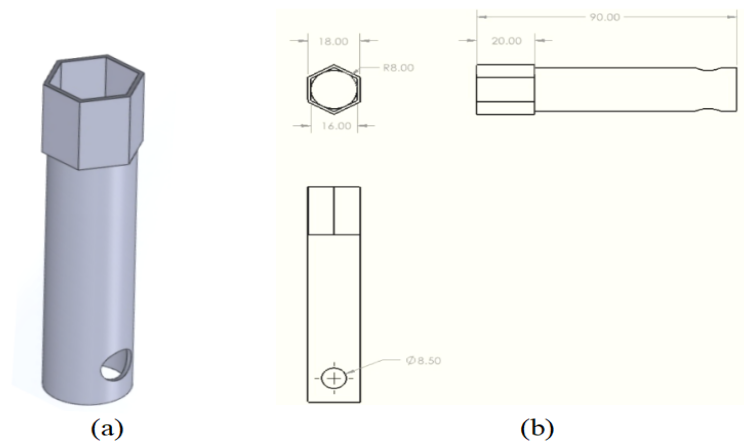
Prosedur produksi dimulai dari tahap identifikasi permasalahan yang berkaitan dengan spesifikasi produk dan kebutuhan proses produksinya, analisis menyeluruh yang meliputi: penentuan bahan dan desain cetakan untuk komponen silinder berongga dengan diameter 17-18 mm, desain bentuk profil segi enam pada kepala sok busi M16 sebagai pegangan obeng dengan panjang 8 cm, dan evaluasi waktu siklus produksi untuk memastikan target kapasitas 5 unit/jam dapat tercapai.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

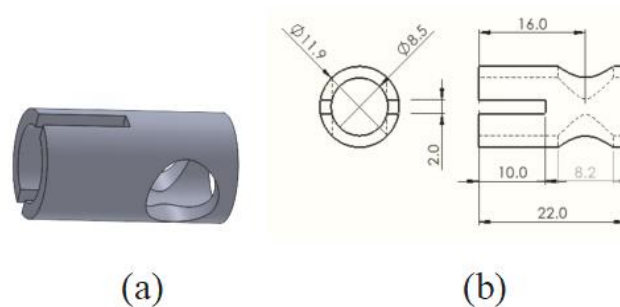
Desain batang obeng minus dan plus dengan pengangannya sebagai kunci sok busi M16 dan penahan torsi sebagaimana Gambar 1 sampai dengan Gambar 3.



**Gambar 1.** Desain Batang Obeng Minus dan Plus Bentuk Penampang Silindris Diameter 8 mm Panjang 160 mm: (a) Isometris, dan (b) Proyeksi.



**Gambar 2.** Desain Kunci Sok Busi M16 dengan Tebal 2 mm Panjang 90 mm: (a) Isometris, dan (b) Proyeksi.



**Gambar 3.** Penahan Torsi Ukuran Panjang 20 mm dan Diameter Luar 11,9 mm Berlubang Diameter 8,5 mm dengan 2 Lebar Alur 11,9 mm Sedalam 10 mm: (a) Isometris, dan (b) Proyeksi.

Proses produksi menghasilkan sepasang obeng minus-plus dengan kunci sok busi M16 sebagai pegangannya yang memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan sebagai berikut: (1) Panjang total batang obeng: 160 mm, (2) Diameter batang obeng: 8 mm dari baja AISI 1045, (3) Bahan kunci sok: pipa baja diameter 16 mm, ketebalan 2 mm, panjang 90 mm, (4) Diameter lubang tembus: 9 mm, tempat masuk batang obeng, (5) Pelapisan: Seng (*hot-dip galvanization*) pada semua komponen, dan (6) Sistem pengemasan: buka-tutup terintegrasi.

Pemilihan baja AISI 1045 sebagai bahan batang obeng terbukti tepat karena bahan tersebut memiliki mampu mesin (*machinability*) yang baik dan dapat dikeraskan melalui perlakuan panas untuk meningkatkan kekerasan ujung mata obeng. Proses manufaktur modern menekankan pentingnya pemilihan bahan yang sesuai untuk mencapai mutu produk yang optimal dengan biaya produksi yang efisien (Zhuang dkk. 2024) yang sesuai dengan pendekatan produksi obeng minus-plus berbahan AISI 1045. Hasil pemeriksaan dimensi menunjukkan bahwa seluruh produk memenuhi toleransi yang ditetapkan. Akurasi dimensi pada proses pengeboran lubang tembus diameter 9 mm dipengaruhi oleh sistem kinematik mesin bor yang digunakan. Pengendalian parameter pemotongan yang baik menghasilkan

lubang dengan kebundaraan yang baik dan kekasaran permukaan yang rendah (Agarwal dkk. 2024). Profil segi enam kunci sok yang dihasilkan juga sesuai dengan standar M16, memastikan kesesuaian geometris dengan kepala busi sepeda motor. Mutu permukaan ujung mata obeng sangat kritis karena berhubungan langsung dengan transmisi torsi ke kepala sekrup (Soori dkk. 2022). Penggerindaan ujung mata obeng dengan kontrol parameter yang tepat menghasilkan profil geometri yang presisi. Keausan pahat selama proses pembentukan diprediksi dan dipantau untuk memastikan konsistensi mutu antar unit produksi (Feng dkk. 2022). Pemantauan keausan pahat diterapkan pula dalam penggerindaan ujung mata obeng pada produksi.

Pelapisan Seng yang diaplikasikan pada seluruh komponen obeng dan kunci sok menghasilkan lapisan yang merata dengan ketebalan yang konsisten. Seng (Zn) merupakan bahan pelapis yang efektif untuk proteksi korosi karena bersifat anodik terhadap besi/baja, sehingga Seng akan terkorosi lebih dahulu daripada substrat baja (Khairina & Jonuarti, 2026) yang memberikan perlindungan korosi katodik yang efektif, memperpanjang umur pakai produk meskipun dalam kondisi lingkungan yang lembab. Pelapisan Seng juga memberikan efek estetis dengan warna putih keperakan yang mengkilap, meningkatkan nilai jual dan persepsi mutu produk di mata konsumen. Tampilan akhir produk yang baik merupakan satu di antara indikator mutu yang penting di samping aspek fungsional dan dimensional (Raoufi dkk., 2024) yang mendukung penggunaan pelapisan Seng pada obeng dan kunci sok busi yang diproduksi karena selain berfungsi sebagai pelindung korosi juga meningkatkan tampilan estetika produk.

Total biaya produksi sebesar Rp 22.000,-/unit terdiri dari komponen biaya bahan baku (pipa baja, batang baja AISI 1045, bahan pelapisan Seng, dan bahan pengemasan), biaya proses (energi listrik mesin, penggunaan alat potong, dan karyawan), dan biaya manajemen pabrik. Struktur biaya tersebut kompetitif dibandingkan harga pasar alat sejenis yang umumnya dijual terpisah. Kapasitas produksi 5 unit/jam dicapai melalui pengaturan alur kerja yang efisien dengan durasi proses 12 menit/unit. Optimasi parameter mesin bubut dan mesin bor dalam proses produksi berperan penting dalam pencapaian kapasitas tersebut (Feng dkk., 2022). Penerapan konsep efisiensi manufaktur melalui minimalisasi waktu setup dan pengelompokan proses serupa (*group technology*) terbukti efektif meningkatkan luaran/satuan waktu (But dkk., 2021). Konsep tersebut relevan dengan produksi obeng minus-plus karena membantu mencapai target kapasitas produksi senilai 5 unit/jam melalui pengaturan proses yang efisien.

Target efisiensi industri memerlukan analisis total waktu pengerjaan yang matang, namun peningkatan kecepatan produksi untuk mengejar target kapasitas tersebut harus tetap diimbangi dengan pemetaan risiko K3 yang ketat agar tidak memicu kelalaian pekerja atau kerusakan mesin akibat *overuse* (Pratama dkk., 2022). Pertimbangan K3 tersebut relevan dengan produksi obeng-kunci sok busi yang melibatkan operasi penggerindaan dan pengefraisan.

Estimasi biaya dan waktu produksi pasangan obeng minus-plus dan kunci sok busi M16 sebagaimana Tabel 1.

**Tabel 1.** Estimasi Biaya dan Waktu Produksi Pasangan obeng minus-plus dan kunci sok busi M16.

| No. | Proses Pembuatan                                                                                                                        | Biaya (Rp)    | Durasi (Menit) |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|
| 1   | Desain pasangan obeng minus-plus dan kunci sok busi                                                                                     | 5.000         | 2              |
| 2   | Pemilihan bahan obeng minus-plus berdiameter 8 mm dan pipa berdiameter 16 mm ketebalan 2 mm panjang 90 mm untuk kunci sok dari AISI 104 | 4.000         | 1              |
| 3   | Pembentukan mata obeng plus-minus                                                                                                       | 4.000         | 1              |
| 4   | Pengeboran tembus ujung pipa berdiameter 9 mm                                                                                           | 4.000         | 3              |
| 5   | Pembuatan penahan torsi batang obeng sepanjang 20 mm                                                                                    | 3.000         | 2              |
| 6   | Pemasangan sesak penahan torsi pada ujung pipa diameter dalam 12 mm                                                                     | 500           | 1              |
| 7   | <i>Finishing</i> batang obeng dan kunci sok                                                                                             | 1.000         | 1              |
| 8   | Pelapisan Seng pada batang obeng dan kunci sok busi                                                                                     | 1.000         | 1              |
| 9   | Pemeriksaan mutu, dimensi, dan pengemasan buka-tutup                                                                                    |               |                |
|     | Jumlah                                                                                                                                  | <b>22.000</b> | <b>12</b>      |
|     | Pajak 10%                                                                                                                               | 2.200         |                |
|     | Laba 15%                                                                                                                                | 3.300         |                |
|     | Total/Harga jual/unit                                                                                                                   | <b>27.500</b> |                |

Perencanaan produksi yang mempertimbangkan variabilitas permintaan dan kapasitas produksi merupakan aspek penting dalam manajemen manufaktur (Agarwal dkk., 2024). Dengan kapasitas 5 unit/jam atau setara 40 unit/hari (asumsi 8 jam kerja efektif), produksi tersebut layak secara ekonomi untuk memenuhi permintaan pasar lokal maupun regional.

Uji fungsional dilakukan untuk memverifikasi bahwa produk dapat berfungsi sesuai tujuan rancangan. Obeng minus dapat mengencangkan dan mengendurkan sekrup kepala lurus dengan efektif tanpa selip. Obeng plus dapat digunakan pada sekrup kepala silang dengan grip yang baik. Kunci sok M16 dapat dipasangkan pada kepala busi sepeda motor dengan tepat dan memberikan torsi yang memadai untuk membuka dan memasang busi. Yang paling penting, sistem penyimpanan terintegrasi berfungsi dengan baik: batang obeng dapat dimasukkan dan dikeluarkan dari lubang kunci sok dengan mudah, dan sayap sangkutan berfungsi menahan batang obeng agar tidak mudah terlepas saat disimpan. Inovasi tersebut secara langsung menjawab permasalahan awal yaitu obeng yang sering hilang atau *ketlisut*. Peningkatan efisiensi kerja melalui desain alat yang ergonomis dan terintegrasi merupakan kontribusi nyata



terhadap produktivitas bengkel (Mario dkk., 2019) yang mendukung desain obeng minus-plus dengan kunci sok busi M16 yang terintegrasi, sehingga lebih praktis digunakan dan mengurangi risiko kehilangan peralatan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil produksi sepasang obeng minus-plus berukuran panjang 160 mm, diameter batang obeng 8 mm dengan kunci sok busi M16, ketebalan 2 mm dari bahan baja AISI 1045 berlapis Seng dengan total biaya produksi Rp 22.000,-/unit, durasi proses produksi 12 menit/unit yang berimplikasi bahwa sepasang obeng minus-plus dan kunci sok dapat digunakan dan dapat disimpan kembali ke wadahnya.

Saran tindak lanjut atas simpulan adalah perlu pengujian ketahanan torsi dan peningkatan kapasitas produksi melalui otomatisasi penggerindaan dan pengefraisan untuk memenuhi permintaan pasar yang lebih luas.

## DAFTAR REFERENSI

- Agarwal, A., Kumar, P., Kumar, A. & Ghadai, R. K. (2024). Strategic Design Optimization of Cutting Tools for Enhanced Manufacturing Efficiency. *Industry 4.0 Driven Manufacturing Technologies*, 251-276. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-68271-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-031-68271-1_11)
- Akbar, N., Andrijono, D. & Mardjuki (2021). Variasi media pendinginan terhadap kekerasan material logam hasil tempa panas pandai besi. *Journal of TRANSMISI Universitas Merdeka Malang*, 13(1), 145-156. DOI:<https://doi.org/10.26905/jtmt.v13i1.2004>
- Budayawati, I., Betan, A. D., Abdullah, A., Hore, D., Niron, F. P. & Lantang, L. (2026). Respon Material Akibat Kekerasan Pahat Bubut Hardfacing terhadap Nilai Kekasaran Permukaan. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 11(1), 1-8. <https://doi.org/10.35508/fisa.v11i1.27605>
- But, A., Canarache, R. & Gal, L. (2021). Improve Productivity Through Digital Manufacturing. *Journal of Production Engineering*, 24(2), 35-37. <https://doi.org/10.24867/JPE-2021-02-035>
- Firdaus, R. A., DU, H. D. & Pamungkas, G. P. (2024). Penerapan metode algoritma simpleks pada optimalisasi produksi busi. *Jurnal Minfo Polgan*, 13(1), 230-240. [10.33395/jmp.v13i1.13598](https://doi.org/10.33395/jmp.v13i1.13598)
- Feng, C., Guo, H., Zhang, J., Huang, Y. & Huang, S. (2022). A Systematic Method of Optimization of Machining Parameters Considering Energy Consumption, Machining Time, and Surface Roughness with Experimental Analysis. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119(11), 7383-7401. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-669643/v1>
- Gómez-Rocha, J. E., Hernández-Gress, E. S. & Rivera-Gómez, H. (2021). Production Planning of a Furniture Manufacturing Company with Random Demand and Production Capacity Using Stochastic Programming. *Plos One*, 16(6), 1-26. DOI:[10.1371/journal.pone.0252801](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252801)

- Hidayat, W. (2019). Klasifikasi dan Sifat Material Teknik serta Pengujian Material. *Jurnal Material Teknik*, 4, 1-19. DOI:[10.31227/osf.io/6bmfu](https://doi.org/10.31227/osf.io/6bmfu)
- Izhardas, J. M. & Lubis, M. S. Y. (2023). Pemanfaatan 3D Printing untuk Pembuatan Pemegang Tools di Workshop Go Kart. *Jurnal Serina Sains, Teknik dan Kedokteran*, 1(1), 27-34. <https://doi.org/10.24912/jsstk.v1i1.22748>
- Khairina, O. & Jonuarti, R. (2026). Pengaruh Pelapisan Kaolin pada Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>) dan Zinc Oksida (ZnO) terhadap Aktivitas Fotokatalitik Lapisan Tipis. *Journal of Science, Technology, and Innovation*, 1(3), 190-200. <https://doi.org/10.65310/zmkk4495>
- Mario, F. & Setiawan, H. (2019). Perancangan Alat Prush (Pembersih Busi Sederhana) dengan Pendekatan Ergonomi dan Value Engineering (Studi Kasus di UKM Bengkel Motor Koli Palembang). *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 1(1), 1-12. <https://doi.org/10.37631/jri.v1i1.56>
- Mughits, H. S., Witjaksono, H. D. P., Suasono, H. S., Atmaja, I. A. S. & Setiawan, R. (2023). Literature Review: Penerapan Metode Single Minutes Exchange of Die (SMED) di Berbagai Sektor Industri Manufaktur. *Jurnal Kalibrasi: Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, 6(2), 59-69. <https://doi.org/10.37721/kalibrasi.v6i2.1124>
- Pratama, M. A., Rizqi, A. W. & Hidayat, H. (2022). Analisis Resiko K3 pada Pekerjaan Fabrikasi Konstruksi di Cv. Arfa Putra Karya dengan Metode JSA (Job Safety Analysis). *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 8(2), 314-323. <http://dx.doi.org/10.24014/jti.v8i2.19569>
- Raoufi, K., Sutherland, J. W., Zhao, F., Clarens, A. F., Rickli, J. L., Fan, Z. & Haapala, K. R. (2024). Current State and Emerging Trends in Advanced Manufacturing: Process Technologies. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 135(9), 4089-4118. <https://doi.org/10.1007/s00170-024-14782-3>
- Riansyah, A. F. & Andesta, D. (2026). Analisis Potensi Bahaya Kerja dengan Metode JSA dan HIRARC di Workshop Fabrikasi. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 5(1), 154-162. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v5i1.1476>
- Soori, M. & Asmael, M. (2022). A Review of the Recent Development in Machining Parameter Optimization. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 16(2), 205-223. <https://hal.science/hal-03588524v1>
- Soori, M. & Arezoo, B. (2022). Cutting Tool Wear Prediction in Machining Operations, a Review. *Journal of New Technology and Materials*, 12(2), 15-26.
- Yuniarto, Y., Umardani, Y., Nugroho, A. & Ridwan, M. (2026). Identifikasi dan Kajian Teknologi Spinning untuk Produk Ukir Tembaga. *Jurnal Pengabdian Vokasi*, 3(4), 403-408, <https://doi.org/10.14710/jpv.2024.30669>
- Zhuang, H., Zhu, F., Na, L., Zhao, C. & Zhang, J. (2024). An Analysis of Modern Machinery Manufacturing Technology and Precision Processing Technology. *Mechanical Engineering and Manufacturing Technology*, 1(1), 10-14. <https://www.hillpublisher.com/Journals/memt/>
- Wijaya, R. N. (2022). Karakteristik Perambatan Retak Fatik pada Baja Paduan AISI 4140. *Skripsi, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 1-59. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/67767>