



Fabrikasi Pisau Rotor Traktor Manual Baja Karbon Menengah Ukuran 220×80×8 mm, Kapasitas 0,5 Biji/Jam

Imam Anom Besari¹, Syamsul Hadi^{2*}, Mohammad Tarwiyatut Toriq³, Andri Kurniawan Zuga Pratama⁴, Muhammad Vedy Yunawan⁵

^{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: imamanombesari@gmail.com¹, syamsul.hadi@polinema.ac.id², moh.tarwiyatut2001@gmail.com³, andrikurniawanzp@gmail.com⁴, 25.muhammadveddyunawan@gmail.com⁵

*Penulis Korespondensi: syampol2003@yahoo.com

Abstrak. *The problem in manual tractors lies in the rotor blades that are not wear-resistant and their dimensions are not up to standard. The purpose of fabrication is to obtain medium carbon steel manual tractor rotor blades measuring 220×80×8 mm. Fabrication methods include: standard blade design measuring 220 mm long, 80 mm wide, 8 mm thick, and 9 mm hole diameter, selection of used leaf spring steel type SUP9A measuring 500×90×10 mm, cutting used leaf springs, straightening used leaf springs, forging used leaf springs, drilling used leaf springs with a diameter of 9 mm, hardening at 850°C, tempering at 450°C, sharpening tractor rotary blades, finishing, product quality hardness testing. The fabrication results are in the form of a manual tractor rotary blade with dimensions of 220 × 80 × 8 mm from used SUP9A spring steel which is forged with a hardening hardness value of 55 HRC which is higher than the standard value of 50 HRC or 10% harder and the tempering results reach 45 HRC, the total production cost is IDR 80,000/unit and the processing duration is 130 minutes/unit which implies that the rotor blade is wear-resistant and has met the dimensional standards.*

Keywords: 55 HR_C; Manual Tractor; Rotor Blades; SUP9A Steel; Used Leaf Springs.

Abstrak. Permasalahan dalam traktor manual terletak pada pisau rotor yang tidak tahan aus dan dimensinya belum sesuai standar. Tujuan fabrikasi untuk memperoleh pisau rotor traktor manual baja karbon menengah ukuran 220×80×8 mm. Metode fabrikasi meliputi: desain pisau standar berukuran panjang 220 mm, lebar 80 mm, tebal 8 mm, dan diameter lubang 9 mm, pemilihan baja pegas daun bekas jenis SUP9A berukuran 500×90×10 mm, pemotongan pegas daun bekas, pelurusan pegas daun bekas, penempaan pegas daun bekas, pengeboran pegas daun bekas berdiameter 9 mm, *hardening* pada 850°C, *tempering* pada 450°C, pengasahan pisau putar traktor, *finishing*, uji kekerasan mutu produk. Hasil fabrikasi berupa pisau putar traktor manual berdimensi 220 × 80 × 8 mm dari baja pegas bekas SUP9A yang ditempa dengan nilai kekerasan *hardening* 55 HR_C yang lebih tinggi daripada nilai standarnya 50 HR_C atau 10% lebih keras dan hasil *tempering* mencapai 45 HR_C, total biaya produksi senilai Rp 80.000/unit dan durasi pengerjaan 130 menit/unit yang berimplikasi bahwa pisau rotor tahan aus dan telah memenuhi standar dimensi.

Kata Kunci: 55 HR_C; Baja SUP9A; Pegas Daun Bekas; Pisau Rotor; Traktor Manual.

1. LATAR BELAKANG

Banyaknya kasus pisau putar traktor manual yang cepat mengalami keausan, memiliki kekuatan yang rendah, tidak memenuhi standar, baik karena sifatnya yang getas akibat proses pengecoran maupun dimensi yang lebih tipis dari ketentuan, menjadi permasalahan utama. Kondisi tersebut semakin diperparah oleh lingkungan kerja pisau yang beroperasi pada tanah padat, berbatu, dan banyak mengandung akar, sehingga mempercepat laju keausan. Perkembangan sektor pertanian modern menuntut peningkatan efisiensi dalam proses pengolahan tanah melalui penerapan mekanisasi pertanian guna meningkatkan produktivitas

lahan (Widiyanti et al., 2025). Mekanisasi menggunakan traktor manual mendukung produktivitas lahan.

Penggunaan *rotary tiller* pada traktor manual menjadi satu diantara solusi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi kerja serta mengoptimalkan konsumsi energi dalam pengolahan tanah (Saputra et al., 2023). Bajak berputar sangat efisien dalam pengolahan tanah.

Pisau rotor merupakan komponen pada *rotary tiller* yang berfungsi langsung berinteraksi dengan tanah dalam proses pengolahan, sehingga berperan penting dalam menghasilkan kondisi tanah yang gembur dan siap tanam, yang mana pisau *rotary* merupakan bagian kerja yang kontak langsung dengan tanah dan menentukan efektivitas proses pengolahan (Zhang et al., 2022). Pisau rotor sebagai penggembur tanah secara langsung yang sangat dipengaruhi oleh interaksi antara alat dan tanah yang melibatkan gaya potong dan tahanan tanah selama proses berlangsung yang berpengaruh langsung terhadap kebutuhan energi dan kinerja kerja mesin (Konstantinov et al., 2020). Nilai energi dipengaruhi oleh kekerasan tanah yang digemburkan.

Selama proses kerja, pisau mengalami beban dinamis akibat gaya yang bekerja secara menerus selama proses penetrasi dan perputaan di dalam tanah yang dipengaruhi oleh beban pukul dan gaya selama proses pemotongan (Zhang et al., 2022). Besarnya pukulan pisau rotor pada anah yang keras berpeluang berakibat patah atau bengkok yang menyebabkan terjadinya keausan pada pisau akibat meningkatnya tahanan tanah dan gaya gesek selama interaksi dengan tanah, sehingga menurunkan kinerja dan memperpendek umur pakai komponen (Mao et al., 2025). Pembasahan tanah dapat mereduksi keausan pisau rotor. Pemilihan bahan menjadi faktor penting dalam desain pisau agar memiliki ketahanan terhadap keausan dan mampu menahan beban kerja yang terjadi (Mandal et al., 2021). Pembuatan pesanan dapat memilih bahan alternatif yang lebih tahan aus.

Baja JIS SUP 9 merupakan satu diantara bahan berbasis baja karbon menengah yang memiliki sifat kekerasan dan ketangguhan yang baik, dengan kadar karbon antara 0,30 dan 0,60% (Harmaji et al., 2023). Baja JIS SUP 9 cukup tahan aus untuk fungsi pisau rotor. Dalam aplikasinya sebagai pisau *rotary* traktor, bahan dituntut memiliki karakteristik kekerasan tinggi, ketahanan aus yang baik, dan ketangguhan yang memadai. *Hardening* pada baja JIS SUP 9 terbukti mampu mengeraskan bahan hingga mencapai nilai maksimum 59,2 HR_C (Wicaksana et al., 2024). Standar kekerasan pisau rotor adalah 55 HR_C, pengerasan dari bahan bekas pegas mobil ternyata lebih tinggi. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pengembangan pisau rotor traktor manual melalui proses fabrikasi yang tepat untuk menghasilkan komponen dengan kekuatan, ketahanan aus, dan dimensi yang sesuai standar

kerja. Proses fabrikasi untuk pembentukan, perlakuan panas, dan *finishing* menjadi faktor penting dalam menentukan mutu akhir pisau, juga dimensi pisau yang optimal berpengaruh terhadap kinerja kerja traktor, karena panjang dan bentuk pisau berperan penting dalam proses pengolahan tanah (Gupta et al., 2021). Oleh karenanya fabrikasi difokuskan pada pisau rotor traktor manual berbahan baja karbon menengah berukuran 220×80×8 mm guna memperoleh karakteristik mekanik yang optimal dan meningkatkan kinerja alat dalam pengolahan tanah.

2. KAJIAN TEORITIS

Pisau *rotary* merupakan komponen dalam pengolahan tanah yang digunakan pada tahap pertama membalik tanah maupun tahap kedua penghancuran tanah, dengan prinsip kerja berupa putaran yang mampu mencangkul dan mencacah tanah hingga menjadi lebih gembur (Iriyanto dkk., 2021). Kinerja pisau sangat dipengaruhi oleh geometri, dimensi, dan bahan yang digunakan karena harus menahan beban dinamis dan gesekan secara menerus selama proses kerja. Oleh karenanya, sistem pisau *rotary* didesain untuk menghasilkan pengolahan tanah yang efektif sekaligus meningkatkan efisiensi kerja mesin sesuai dengan kapasitas operasinya (Khiari dkk., 2020). Pemilihan desain dan bahan pisau *rotary* menjadi faktor utama dalam meningkatkan ketahanan, kinerja, dan umur pakai alat pengolahan tanah.

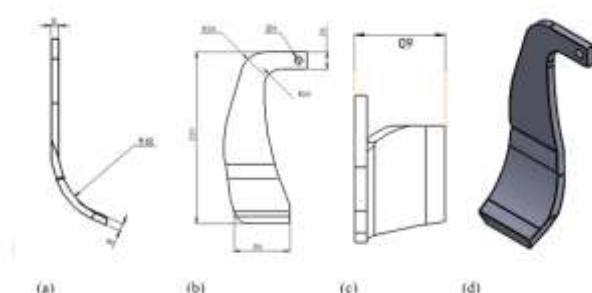
Baja karbon menengah banyak digunakan dalam pembuatan pisau karena memiliki kombinasi sifat mekanik yang baik untuk kekuatan, kekerasan, dan keuletan yang dapat ditingkatkan melalui proses perlakuan panas, yaitu proses pemanasan dan pendinginan terkontrol yang bertujuan untuk mengubah karakteristik mekanik bahan. Proses pengerasan diketahui mampu meningkatkan kekerasan baja akibat terbentuknya struktur martensit, namun dapat menurunkan ketangguhan. Oleh karenanya, dilakukan proses *tempering* untuk meningkatkan kembali keuletan bahan meskipun disertai sedikit penurunan kekerasan, dan pemilihan media pendingin pada pengerasan juga berperan penting karena mempengaruhi nilai kekerasan dan ketangguhan akhir dari pisau (Ismail et al., 2017). Perlakuan panas dan media pendingin yang tepat sangat menentukan mutu akhir pisau dalam mendukung kinerja dan umur pakai selama proses pengolahan tanah.

Dalam proses fabrikasi, tahapan untuk pemotongan bahan, penempaan, pengeboran, hingga *finishing* merupakan bagian penting untuk menghasilkan komponen dengan dimensi presisi sesuai desain (Dongoran et al., 2023). Proses penempaan pada baja karbon menengah memerlukan parameter yang tepat agar bahan tidak mengalami cacat menjadi retak, deformasi tidak merata, maupun penurunan sifat mekanik (Sutan et al., 2017). Selain hal tersebut, pisau pada traktor manual harus mampu menahan beban kerja berupa gaya geser dan tumbukan

selama operasi. Kegagalan komponen untuk patahnya baut atau sambungan pisau dapat terjadi bila tegangan yang diterima melebihi kekuatan bahan, sehingga diperlukan desain yang memperhatikan faktor keselamatan (*safety factor*) dan distribusi beban yang merata (Mao et al., 2025). Berdasarkan kajian teoritis tersebut, dapat disimpulkan bahwa mutu pisau *rotary* sangat dipengaruhi oleh pemilihan bahan, proses perlakuan panas, dan tahapan fabrikasi yang dilakukan. Penggunaan baja karbon menengah dengan perlakuan *hardening* dan *tempering* mampu meningkatkan kekerasan sekaligus menjaga keuletan bahan, sehingga pisau lebih tahan terhadap gesekan dan beban kerja. Selain hal tersebut, fabrikasi yang tepat dapat menghasilkan dimensi yang presisi dan meminimalkan cacat bahan. Desain pisau juga harus memperhatikan kekuatan dan faktor keselamatan agar komponen mampu bekerja secara optimal dan memiliki umur pakai yang lebih panjang.

3. METODE PENELITIAN

Fabrikasi menggunakan penyempurnaan desain, dengan dimensi pisau panjang 220 mm, lebar 80 mm, dan tebal 8 mm sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1. Desain Pisau Putar Traktor Manual Tampak: (a) Depan, (b) Samping Kanan, (c) Atas, dan (d) Isometrik.

Proses fabrikasi pisau *rotary* traktor dilakukan melalui tahapan kerja yang sistematis, mulai dari pemilihan bahan hingga perakitan dan uji coba. Setiap tahap berperan penting dalam menentukan mutu akhir pisau, khususnya kekuatan, ketahanan aus, dan keseimbangan saat digunakan. Proses ini dapat memanfaatkan bahan SUP9A (bekas pegas daun) serta peralatan sederhana di bengkel.

Dengan pelaksanaan yang tepat dan terkontrol, pisau yang dihasilkan memiliki kinerja optimal. Pemilihan baja SUP9A sebagai bahan pisau *rotary* sebagaimana Gambar 2 didasarkan pada kekuatan, kekerasan, dan ketangguhannya yang baik, sehingga cocok untuk komponen dengan beban dan gesekan tinggi. Baja tersebut juga umum digunakan pada *leaf spring* karena memiliki kemampuan pengerasan dan plastisitas yang baik setelah perlakuan panas. Selain hal tersebut, sifat mekaniknya yang unggul dan kemampuannya meningkatkan kekerasan melalui

heat treatment menjadikannya sesuai untuk pisau *rotary* yang membutuhkan ketahanan aus dan kekuatan tinggi (Ardika et al., 2024). Dengan pemilihan bahan yang tepat, mutu pisau yang dihasilkan dapat optimal.



Gambar 2. Contoh Bahan Pisau Rotor Traktor Manual Baja SUP9A dari Pegas Daun (Anonim, 2026).

Bahan baja SUP9A dipotong sesuai dimensi dan bentuk dasar pisau menggunakan gerinda potong atau metode manual lainnya, dengan terlebih dahulu membuat pola sebagai acuan agar ukuran seragam. Penggunaan gerinda potong bertujuan memperoleh bentuk dasar yang presisi dan memudahkan proses selanjutnya. Selama pemotongan, parameter kedalaman potong dan kecepatan pemakanan perlu diperhatikan karena memengaruhi temperatur, jika temperatur terlalu tinggi dapat mengubah sifat permukaan dan menurunkan mutu hasil (Arif, 2017). Oleh karenanya, keseragaman hasil potongan penting untuk menjaga keseimbangan dan kinerja pisau, terutama karena baja SUP9A sensitif terhadap perlakuan termal (Harmaji dkk., 2023) yang menunjukkan bahwa pengendalian parameter pemotongan sangat penting untuk menjaga mutu permukaan dan sifat mekanik baja SUP9A selama proses fabrikasi pisau *rotary*. Komposisi kimia baja tahan panas Asutenitik SUH35 sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Baja Tahan Panas Asutenitik SUH35.

No.	Unsur Kimia	Komposisi (%)
1	C	0,48-0,58
2	Si	≤ 0,35
3	Mn	8,00-10,00
4	P	≤ 0,04
5	S	≤ 0,03
6	Cr	20,00-22,00
7	Ni	3,25-4,50
8	N	0,35-0,50
9	Fe	Sisanya (<i>balance</i>)

Tabel 2. Sifat Termal Baja Tahan Panas Asutenitik SUH35.

No	Sifat-sifat	Simbol	Nilai	Satuan	Keterangan
1	Konduktivitas panas	k	11-15	W/(m.K)	Temperatur ruang-500°C
2	Kapasitas panas spesifik	cp	450-500	J/(kg.K)	Temperatur ruang
3	Koefisien muai panas	α	$16-19 \times 10^{-6}$	1/K	20-800°C

4	Massa jenis	ρ	7700-7900	kg/m ³	Temperatur ruang
5	Tahanan listrik	ρ_e	0,50-0,60	$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	Temperatur ruang
6	Temperatur leleh	T_s	1350-1400	°C	Perkiraan baja austenitik tahan panas
7	Temperatur leleh	T_L	1400-1450	°C	Perkiraan baja austenitik tahan panas
8	Modulus elastisitas	E	190-210	GPa	Temperatur ruang
9	Difusivitas panas	α	$3-5 \times 10^{-6}$	m ² /s	Perkiraan baja austenitik tahan panas

Sifat termal baja tahan panas Asutenitik SUH35 sebagaimana Tabel 2. Bahan yang masih berbentuk lengkung terlebih dahulu diluruskan melalui pemanasan awal sebelum penempaan agar lebih lunak dan mudah dibentuk sesuai desain pisau *rotary*. Pemanasan juga membantu mengurangi tegangan sisa dan meningkatkan keuletan baja SUP9A, sehingga proses pelurusan menjadi lebih efektif. Temperatur dan waktu penahanan berpengaruh terhadap pertumbuhan butir austenit. Temperatur yang terlalu tinggi dapat memperbesar ukuran butir dan memengaruhi sifat mekanik bahan.

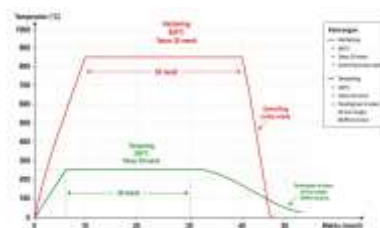
Oleh karenanya, pemanasan harus dikontrol dengan tepat agar diperoleh struktur yang baik tanpa menurunkan kekuatan pisau Napitupulu (2017) yang mana tahap pelurusan melalui pemanasan dan penempaan penting untuk menjamin mutu dan kestabilan bentuk sebelum proses berikutnya. Bahan yang telah dipanaskan kemudian dibentuk mengikuti geometri pisau *rotary* menggunakan palu atau alat *press* sederhana. Pembentukan dilakukan saat kondisi panas untuk meningkatkan keuletan dan mencegah retak selama deformasi. Pada temperatur tinggi, baja SUP9A memiliki kemampuan deformasi plastis yang lebih baik, sehingga mudah dibentuk tanpa menimbulkan cacat struktural Politis et al., (2018) dan proses *hot forging* dapat meningkatkan sifat mekanik bahan. Bentuk lengkung yang dihasilkan sangat memengaruhi efektivitas pemotongan tanah, sehingga diperlukan ketelitian agar setiap pisau seragam dan bekerja optimal.

Pengeboran pada baja perlu memperhatikan parameter untuk kecepatan putaran, gerak makan, dan pendinginan agar mutu lubang tetap baik serta keausan mata bor dapat diminimalkan. Pengeboran dilakukan menggunakan mata bor berputar yang bersentuhan langsung dengan benda kerja sehingga menimbulkan gaya potong dan panas akibat gesekan (Ibrahim et al., 2017), di mana peningkatan kecepatan putaran dan gerak makan dapat mempercepat keausan pahat karena temperatur pemotongan meningkat (Stockburger et al., 2023) yang mana gaya potong, temperatur, dan kondisi kontak turut memengaruhi mutu hasil pengeboran pada baja SUP9A, sehingga diperlukan parameter yang tepat agar lubang presisi dan bebas cacat (Storchak et al., 2023). Pada pembuatan pisau *rotary*, pengeboran dilakukan

berdiameter 9 mm untuk pemasangan baut M8, sehingga pengaturan putaran dan tekanan yang sesuai diperlukan guna menjaga ketelitian diameter.

Hardening pada pembuatan pisau *rotary* berbahan baja SUP9A dilakukan dengan memanaskan hingga temperatur austenisasi sekitar 850°C, kemudian dilanjutkan *quenching* untuk meningkatkan kekerasan. Pendinginan cepat tersebut mengubah struktur mikro menjadi martensit, sehingga kekerasan meningkat signifikan dibandingkan kondisi awal. Pembentukan martensit tersebut berperan penting dalam meningkatkan ketahanan aus serta kemampuan pisau *rotary* dalam menahan gesekan dan benturan selama proses kerja (Asisi dkk., 2024). Proses *hardening* tersebut menjadikan baja SUP9A memiliki sifat mekanik yang optimal untuk aplikasi pisau *rotary* yang bekerja pada kondisi beban dan gesekan tinggi.

Proses *tempering* pada baja SUP 9A dilakukan setelah *hardening* pada temperatur 250°C dan didinginkan di udara untuk mengurangi sifat getas dan meningkatkan ketangguhan melalui pembentukan martensit temper yang lebih stabil Fadli et al., (2022) yang penting untuk menghasilkan pisau *rotary* yang memiliki kombinasi kekerasan dan ketahanan aus yang optimal. Diagram perlakuan panas pengerasan (*hardening*) dan *tempering* baja SUP 9A sebagaimana Gambar 1.



Gambar 3. Diagram Perlakuan Panas Pengerasan dan *Tempering* Baja SUP 9A.

Sifat mekanik dasar bahan diperbaiki melalui proses *tempering*, dilakukan pengasahan menggunakan mesin gerinda secara bertahap untuk membentuk sudut tajam pada sisi pemotong, karena peningkatan kecepatan pemotongan dapat menghasilkan temperatur yang lebih tinggi, sehingga memengaruhi mutu permukaan dan mempercepat keausan alat Karkalos et al., (2019) yang mana pengendalian tekanan dan waktu penggerindaan menjadi kunci untuk menghasilkan ketajaman pisau yang optimal tanpa menurunkan sifat mekanik bahan.

Untuk mendukung hasil pengasahan dan menjaga mutu permukaan, dilakukan *finishing* dengan membersihkan sisa kerak menggunakan gerinda atau amplas lalu dilapisi cat untuk melindungi permukaan dari korosi, karena kondisi permukaan sangat berpengaruh terhadap ketahanan bahan dan umur pakai Rachman et al., (2021) sebagai tahap akhir penentu mutu dan ketahanan jangka panjang pisau rotor.

Pemeriksaan mutu pisau meliputi ukuran, bentuk, berat, serta inspeksi visual untuk memastikan tidak adanya cacat retakan, juga pengujian sederhana dilakukan guna memastikan sifat mekanik untuk kekerasan dan kekuatan telah sesuai standar Karoonboonyanan et al., (2007) yang berperan sebagai kontrol akhir untuk menjamin mutu dan keandalan pisau sebelum digunakan. Estimasi biaya produksi dan durasi tahapan proses sebagaimana Tabel 1.

Tabel 3. Estimasi Biaya Tahapan Produksi dan Durasi Tahapan Proses Tiap Pisau.

No.	Urutan Proses	Biaya (Rp)	Durasi (Menit)	Proses
1	Pembelian Bahan Baja Tempa SUP9A Bekas Pegas Daun 220 x 80 x 8 mm	15.000,-	1	
2	Pemotongan Bahan Baja Tempa 80 mm	4.000,-	5	
3	Pelurusan Baja Bekas Pegas Panjang 220 mm dan Pemanasan Awal Temperatur 700 °c	5.000,-	10	
4	Pembentukan Tempa Radius 62 mm	8.000,-	10	
5	Pengeboran ϕ 9 x Tebal 8 mm	5.000,-	3	
6	Pengukuran Kekerasan Rockwell C	10.000,-	5	
7	<i>Hardening</i> pada Temperatur 850 °C	6.000,-	40	
8	Pengukuran Kekerasan Rockwell C	10.000,-	5	
9	<i>Tempering</i> pada Temperatur 450 °C	4.000,-	40	
10	Pengasahan <i>Grinding</i> Kekasaran #24	4.000,-	2	
11	<i>Finishing</i> Pengecatan Warna Hitam	3.000,-	3	
12	Pemeriksaan Mutu (Dimensi, Bentuk)	3.000,-	2	
13	Uji Coba	3.000,-	4	
	Jumlah	80.000,-	130	
	Pajak 10%	8.000,-		
	Laba 15%	12.000,-		
	Total/Harga Jual	100.000,-		

Jumlah biaya produksi merupakan harga pokok produksi (HPP), yaitu biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan produk tanpa memperhitungkan laba dan keuntungan. Dalam penentuan harga jual, ditambahkan margin laba senilai 15% dari HPP, yaitu senilai Rp 12.000,- dan dikenakan pajak senilai 10% yang dihitung berdasarkan harga jual sebelum pajak, yaitu senilai Rp 80.000. Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai pajak senilai Rp 8.000. Dengan demikian, total harga jual produk merupakan akumulasi dari HPP, laba, dan pajak, sehingga diperoleh harga akhir senilai Rp 100.000,-.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain pisau rotor mengikuti spesifikasi umum ukuran pisau rotor dengan dimensi 220x80x8 mm. Proses pembuatan pisau rotor diawali dengan persiapan bahan berupa baja karbon menengah SUPA9A ketebalan 9 mm. Tahap berikutnya adalah pemotongan bahan dengan ukuran panjang 220 lebar 80 mm dan tebal 8 mm. Pemotongan dapat menggunakan gergaji atau gerinda, kemudian hasil potongan dibersihkan dari bagian yang tajam dan setelahnya, bahan dipanaskan dalam tungku hingga temperatur 700°C, yang ditandai dengan

warna merah terang pada baja. Setelah temperatur tercapai, bahan langsung masuk ke proses tempa. Pada proses tempa, bahan dibentuk menggunakan palu hingga membentuk radius 62 mm. Bagian ujung dibuat meruncing sebagai mata pisau, sementara bagian lainnya dibentuk mengikuti desain dudukan pada rotor.

Setelah bentuk dasar terbentuk, dilakukan pembuatan lubang ukuran $\phi 9 \times 8$ mm. Kemudian dilanjutkan dengan *hardening*. Pisau dipanaskan kembali hingga temperatur 850°C , lalu ditahan 30 menit agar panas merata ke seluruh bagian. Setelahnya, pisau didinginkan secara cepat dengan mencelupkannya ke dalam oli SAE 40. Setelah *hardening*, bahan menjadi sangat keras dan getas. Oleh karenanya, perlu dilakukan proses *tempering* dengan memanaskan kembali pisau pada 450°C selama 30 menit, kemudian didinginkan secara perlahan di udara. Setelah perlakuan panas selesai, dilakukan permukaan pisau dibersihkan dari kerak dan kotoran lainnya, dan dilapisi cat warna hitam. Ardika et al. (2024) meneliti pengaruh proses *hardening* dan *tempering* terhadap sifat mekanis baja JIS SUP9A pada *leaf spring steel* yang menunjukkan bahwa perlakuan panas mampu meningkatkan kekerasan dan kekuatan bahan secara signifikan, namun lebih berfokus pada pengujian sifat bahan tanpa membahas penerapan langsung pada komponen pisau rotor maupun tahapan fabrikasinya secara lengkap. Berbeda dengan fabrikasi yang membahas pengaruh perlakuan panas terhadap bahan SUP9A, dan menerapkannya secara langsung pada fabrikasi pisau rotor traktor manual melalui tahapan pemotongan, penempaan, pengeboran, *hardening*, *tempering*, pengasahan, *finishing*, hingga uji mutu produk, sehingga lebih aplikatif pada proses produksi nyata.

Penelitian Dongoran et al., (2023) membahas proses pembuatan pisau pada mesin penggembur tanah mulai dari pemotongan, pembentukan, hingga *finishing* yang menjelaskan tahapan manufaktur pisau secara umum, tetapi belum mengkaji pengaruh perlakuan panas terhadap peningkatan sifat mekanik bahan dan belum menyertakan data kekerasan hasil proses *hardening* dan *tempering* yang berbeda dengan fabrikasi yang dilengkapi dengan proses perlakuan panas *hardening* pada temperatur 850°C dan *tempering* pada temperatur 450°C yang menghasilkan nilai kekerasan 55 HR_C setelah *hardening*, dan 45 HR_C setelah *tempering*, sehingga mutu pisau dapat dianalisis berdasarkan data mekanik yang lebih jelas dan terukur.

Penelitian Sutan et al., (2017) mengenai proses pengerasan permukaan untuk meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus pada pisau *rotary* yang menunjukkan bahwa perlakuan panas mampu meningkatkan ketahanan aus pisau, tetapi lebih menitikberatkan pada *surface hardening* dan tidak membahas proses fabrikasi lengkap, estimasi biaya produksi, maupun durasi pengerjaan tiap tahapan proses yang berbeda dengan fabrikasi pisau rotor yang

tidak hanya membahas peningkatan kekerasan bahan, tetapi juga menyajikan proses fabrikasi pisau rotor secara menyeluruh disertai estimasi biaya produksi Rp 80.000/unit, nilai jual pisau rotor traktor Rp 100.000/unit dan durasi pengerjaan selama 130 menit/unit, sehingga hasil penelitian lebih mudah diterapkan pada skala bengkel maupun industri kecil bidang pertanian.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil fabrikasi menunjukkan bahwa pisau putar traktor manual berbahan baja karbon menengah dengan dimensi $220 \times 80 \times 8$ mm dari baja pegas daun bekas, SUP 9A berhasil diproduksi melalui proses tempa, dengan nilai kekerasan setelah *hardening* mencapai 55 HR_C yang lebih tinggi dari nilai standarnya 50 HR_C atau 10% lebih keras dan hasil *tempering* mencapai 45 HR_C, total biaya produksi senilai Rp 80.000/unit dan durasi pengerjaan 130 menit/unit yang berimplikasi bahwa pisau rotor tahan aus dan telah memenuhi standar dimensi. Saran tindak lanjut atas simpulan berupa bahan baku dapat diperoleh dari berbagai pegas daun bekas kendaraan dengan ketebalan 8 mm.

DAFTAR REFERENSI

- Anonim. (2026). *Jual per daun – Spring*. GLOBAL MAKMUR TEKNINDO. Diakses 4 Mei 2026.
- Ardika, R. D., Fitriani, A., Winardi, Y., Hastuti, S., & Muhammad, R. (2024). Pengaruh quenching dan tempering terhadap sifat fisis dan mekanis pada leaf spring steel JIS SUP 9A. *Crankshaft Teknik Mesin*, 7(3), 63–69. <https://doi.org/10.24176/cra.v7i3.13340>
- Arif, S. (2017). Pengaruh parameter proses gerinda permukaan terhadap temperatur dan hasil penggerindaan. *Multitek Indonesia Jurnal Ilmiah*, 11(2), 69–78. <https://doi.org/10.24269/mtkind.v11i2.560>
- Asisi, A. N., Badaruddin, M., Sugiyanto, & Supriadi, H. (2024). Pengaruh perlakuan panas quenching terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro baja JIS SUP 9A. *Jurnal Mechanical*, 15, 6–15. <https://doi.org/10.23960/mech.v15i2.4567>
- Dongoran, F. H., Kurniawan, F. A., & Junaidi. (2023). Pembuatan pisau pada mesin penggembur tanah. *Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil)*, 4(1), 39–44. <https://doi.org/10.53695/jm.v4i1.877>
- Fadli, N. A., Ismy, A. S., & Cebro, I. S. (2022). Pengaruh variasi temperatur tempering terhadap kekerasan baja JIS SUP 9A pada mata pisau. *Jurnal Teknologi*, 22(1), 24–30. <https://doi.org/10.30811/teknologi.v22i1.2891>
- Gupta, P. R., Chandan, Y. N., Banginwar, A. R., & Gawande, G. R. (2021). Engineering trends: An overview on design analysis and development of agricultural rotavator blade. *International Journal of Advance Scientific Research and Engineering Trends*, 6(4), 35–36. <https://doi.org/10.51319/2456-0774.2021.4.0006>
- Harmaji, A., Korda, A. A., Ramadhan, R., & Pambudi, S. (2023). Effect of quenching medium and tempering temperature on microstructure and hardness of JIS SUP 9 steel. *Journal*

Renewable Energy & Mechanics (REM), 6(1), 9–17.
<https://doi.org/10.25299/rem.2023.vol6.no01.10973>

- Ibrahim, G. A., Iskandar, J., Hamni, A., Maria, S., & Lestari, P. (2017). Analisa keausan pahat pada pemesinan bor magnesium AZ31 menggunakan metode Taguchi. *Jurnal Mechanical*, 8(2), 71–78. <https://doi.org/10.23960/mech.v8.i2.201711>
- Iriyanto, B., Widanarti, I., & Mangera, Y. (2021). Modifikasi bajak rotary traktor roda empat tipe ISEKI 504 untuk pembuatan bedengan. *Musamus AE Featuring Journal (MAEF-J)*, 3(2), 71–77. <https://doi.org/10.35724/maef-j.v3i2.4819>
- Ismail, N. M., Khatif, N. A. A. K., Kecik, M. A. K. A., & Shaharudin, M. A. H. S. (2017). The effect of heat treatment on the hardness and impact properties of medium carbon steel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 114, 1–9. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/114/1/012108>
- Karkalos, N. E., Efkolidis, N., Kyratsis, P., & Markopoulos, A. P. (2019). A comparative study between regression and neural networks for modeling Al6082-T6 alloy drilling. *Machines*, 7(13), 1–18. <https://doi.org/10.3390/machines7010013>
- Karoonboonyanan, S., Salokhe, V. M., & Niranatlumpong, P. (2007). Wear resistance of thermally sprayed rotary tiller blades. *Wear*, 263, 604–608. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2006.12.072>
- Khiari, T. I., Lutfi, M., & Djoyowasito, G. (2020). Modifikasi dan uji kinerja implement rotavator untuk mencacah serasah dan tunggul tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) untuk ratoon. *Jurnal Teknotan*, 14(1), 25–30. <https://doi.org/10.24198/jt.vol14n1.4>
- Konstantinov, Y. V., Akimov, A. P., Medvedev, V. I., & Maksimov, A. N. (2020). Calculation of the power requirement for soil cutting by rotary tool blade. *Journal of Physics: Conference Series*, 1679, 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1679/2/022050>
- Mandal, S. K., Bhattacharyya, B., Mukherjee, S., & Karmakar, S. (2021). Design optimisation of rotary tiller blade towards service life enhancement. *Journal of Manufacturing Engineering*, 16, 115–123. <https://doi.org/10.37255/jme.v16i4pp115-123>
- Mao, Z., Zhang, Y., Zhang, K., Wang, J., Yang, J., Zheng, X., Chen, S., Yang, Z., & Luo, B. (2025). Optimization of rotary blade wear and tillage resistance based on DEM-MBD coupling model. *Agriculture*, 15(328), 1–28. <https://doi.org/10.3390/agriculture15030328>
- Napitupulu, R. A. M. (2017). Influence of heating rate and temperature on austenite grain size during reheating steel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 237, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/237/1/012038>
- Politis, D. J., Politis, N. J., Lin, J., & Dean, T. A. (2018). A review of force reduction methods in precision forging axisymmetric shapes. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 97, 2809–2833. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-2151-2>
- Rachman, F., Karuniawan, B. W., & Firdiandani, M. (2021). Optimasi setting parameter cleanliness, ketebalan dan jenis cat pada material baja A572 terhadap daya rekat cat. *Statistika*, 9(2), 96–100. <https://doi.org/10.26714/jsunimus.9.2.2021.96-100>
- Saputra, A., Suharyatun, S., & Rahmawati, W. (2023). Pengaruh pola pengolahan terhadap efisiensi pengolahan tanah menggunakan traktor tangan. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(3), 450–460. <https://doi.org/10.23960/jabe.v2i3.8057>

- Stockburger, E., Zhang, W., Wester, H., Rosenbusch, D., & Arno, B. (2023). Process analyses of friction drilling using the smoothed particle Galerkin method. *International Journal of Material Forming*, 16, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s12289-022-01733-0>
- Storchak, M., Stehle, T., & Möhring, H. (2023). Numerical modeling of cutting characteristics during short hole drilling: Modeling of kinetic characteristics. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 7(6), 1–22. <https://doi.org/10.3390/jmmp7060195>
- Sutan, S. M., Djoyowasito, G., Ahmad, A. M., & Widarto, M. H. (2017). Proses pengerasan permukaan untuk meningkatkan nilai kekerasan dan ketahanan aus pada pisau. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 5(2), 108–116.
- Wicaksana, G., Andika, F., & Astuti, F. (2024). Pengaruh hardening dan tempering terhadap kekerasan dan kekuatan impak pisau pencacah rumput. *Majamecha*, 6(2), 187–196. <https://doi.org/10.36815/majamecha.v6i2.3401>
- Widiyanti, Mindarta, E. K., Effendi, M. I., Riza, F., & Nurjanah, L. (2025). Inovasi mekanisasi pertanian untuk meningkatkan efisiensi petani jagung pada proses pendangiran. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 816–827. <https://doi.org/10.70609/i-com.v5i2.7134>
- Zhang, X., Zhang, L., Hu, X., Wang, H., Shi, X., & Ma, X. (2022). Simulation of soil cutting and power consumption optimization of a typical rotary tillage soil blade. *Applied Sciences*, 12, 1–14. <https://doi.org/10.3390/app12168177>