



Analisis Desain Modular Mata Bajak Singkal untuk Meningkatkan Kemudahan Perawatan dan Perbaikan

Arvan Gafar^{1*}, Waskito²

¹⁻² Teknik Mesin, Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: arvangafar@gmail.com

Abstract. *The use of moldboard plows in agricultural land preparation often faces wear problems on the share component, leading to increased maintenance time and reduced operational efficiency. This study aims to design and analyze a modular concept for the plow share to improve maintenance and repair efficiency without compromising structural performance. The research methods include field observation, component dimension measurement, design modeling using CAD software, and structural analysis using the Finite Element Analysis (FEA) method. In addition, maintenance ease was evaluated through a questionnaire based on a rating scale. The results show that the modular design significantly improves maintenance and repair efficiency, with an average score of 4.59 categorized as very good. Structural analysis indicates that the modular design reduces maximum stress on the moldboard and slightly decreases deformation, reflecting improved structural stiffness compared to the conventional design. However, the Safety Factor on the share component remains below the acceptable limit, indicating the need for further development. Overall, the modular design provides an effective solution to enhance maintenance efficiency while maintaining the structural performance of the moldboard plow.*

Keywords: *Finite Element Analysis; Maintenance Efficiency; Modular Design; Moldboard Plow; Structural Stress.*

Abstrak. Penggunaan bajak singkal dalam pengolahan lahan pertanian sering mengalami permasalahan keausan pada komponen mata bajak yang berdampak pada meningkatnya waktu perawatan dan menurunnya efisiensi kerja. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis desain modular pada mata bajak singkal guna meningkatkan kemudahan perawatan dan perbaikan tanpa mengurangi kinerja strukturalnya. Metode yang digunakan meliputi observasi lapangan, pengukuran dimensi komponen, perancangan desain menggunakan perangkat lunak CAD, serta analisis struktur menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA). Selain itu, dilakukan evaluasi kemudahan perawatan melalui angket responden dengan skala penilaian tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain modular mampu meningkatkan kemudahan perawatan dan perbaikan dengan nilai rata-rata 4,59 dalam kategori sangat baik. Dari hasil analisis struktur, desain modular menunjukkan penurunan tegangan maksimum pada *moldboard* serta deformasi yang lebih rendah dibandingkan desain konvensional, yang mengindikasikan peningkatan kekakuan struktur. Namun demikian, pada komponen mata bajak masih terdapat nilai faktor keamanan di bawah batas aman sehingga memerlukan pengembangan lebih lanjut. Secara keseluruhan, desain modular memberikan solusi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi perawatan sekaligus mempertahankan kinerja struktur bajak singkal.

Kata kunci: Bajak Singkal; Desain Modular; *Finite Element Analysis*; Kemudahan Perawatan; Tegangan Struktur.

1. LATAR BELAKANG

Pengolahan lahan pertanian menjadi upaya konservasi tanah agar bisa memperbaiki sifat tanah dan memiliki aerasi yang tinggi untuk perkembangan akar dan pertumbuhan tanaman yang baru (Fabilla et al., 2025). Sebelum teknologi pertanian dikenal luas oleh masyarakat, petani mengolah lahan secara manual menggunakan alat sederhana seperti cangkul dan garpu rumput untuk membentuk stuktur lahan yang baru. Seiring berjalannya waktu, petani mengembangkan berbagai metode pengolahan lahan (Soedarto & Ainiyah, 2022), termasuk penggunaan alat-alat pertanian yang lebih efisien. Proses kerja dengan menggunakan alat

pertanian mampu meningkatkan pemenuhan pengolahan lahan yang sesuai dengan kebutuhan manusia (Rizki et al., 2024).

Traktor tangan merupakan salah satu mesin pengolahan tanah berpengerak roda tunggal maupun ganda yang sering digunakan oleh petani untuk membajak lahan. karena kesesuaiannya dengan kondisi lahan dan pola usaha tani (Setiawan et al., 2022). Traktor Tangan digunakan dengan alat pengolahan yang terpasang di bagian belakang mesin seperti bajak singkal. Bajak singkal terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu mata bajak (*share*) yang berfungsi memotong tanah, singkal (*moldboard*) yang membalik tanah, serta *Landside* yang menjaga kestabilan arah bajak saat bekerja (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017). Mekanisme pengoperasian traktor tangan dapat mempermudah proses pengolahan lahan sawah karena alat pengolahan tersebut dapat melakukan pembalikan dan pemotongan tanah dalam waktu yang bersamaan (Denni & Junaidi, 2023).

Namun, proses kerja yang tinggi dari interaksi tanah dengan alat dapat menyebabkan peningkatan gaya gesek dan keausan di bagian ujung komponen bajak singkal (Muhammad et al., 2024). Kondisi ini dipengaruhi oleh peningkatan beban interaksi tanah dengan alat pada permukaan mata bajak sehingga mempercepat laju keausan dan menurunkan umur pakai alat (Wei et al., 2019). Di sisi lain, desain mata bajak singkal yang menyatu dengan singkal (*moldboard*) menyebabkan proses perawatan dan perbaikan tidak praktis karena perlu memotong bagian yang aus dan diganti dengan komponen yang baru. Kondisi tersebut berdampak pada meningkatnya waktu henti (*downtime*) dan menurunkan efisiensi kerja pengolahan lahan di lapangan (Ade et al., 2025).

Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah pengembangan desain modular pada mata bajak singkal, di mana komponen utama dirancang agar dapat dilepas dan diganti secara terpisah. Desain modular digunakan untuk mengelompokkan komponen mesin ke dalam beberapa modul berdasarkan kesamaan fungsi, keterkaitan kerja, serta tingkat ketergantungan antar komponen (Zendrato et al., 2025). Penerapan desain modular dapat meningkatkan aspek fungsional mata bajak singkal dan meningkatkan kemudahan penggantian komponen. serta tidak merusak komponen bajak lainnya seperti desain bajak singkal sebelumnya, sehingga dapat memperpanjang umur pakai komponen bajak singkal secara keseluruhan (Hidayah, 2023).

Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam terhadap desain modular mata bajak singkal untuk memastikan bahwa modifikasi yang dilakukan tetap memenuhi persyaratan kekuatan dan keandalan komponen serta mampu meningkatkan kemudahan perawatan dan perbaikan. Analisis ini menjadi penting untuk menilai kemampuan struktur mata bajak modular

dalam menahan beban kerja akibat interaksi dengan tanah, sekaligus memastikan bahwa desain modular yang dikembangkan bisa mendukung kemudahan perawatan dan perbaikan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini difokuskan pada perencanaan dan analisis desain modular mata bajak singkal untuk meningkatkan kemudahan perawatan dan perbaikan.

2. KAJIAN TEORITIS

Traktor Tangan

Traktor tangan adalah traktor berdaya gerak mesin diesel atau motor bensin, beroda dua, berporos tunggal yang berfungsi sebagai sumber daya penggerak untuk menarik dan menggerakkan alat pertanian (Muhida et al., 2024). Traktor tangan memiliki fungsi utama untuk mengolah tanah dan umumnya digunakan pada lahan yang sempit. Traktor tangan ini banyak digunakan petani di Indonesia karena dapat berputar dengan tajam di lintasan berputar yang sempit (Leni et al., 2022). Traktor tangan juga dapat mengolah tanah yang gembur dan dengan kelembaban tertentu dan disesuaikan dengan kekuatan traktor tersebut (Ilhamda, 2022).

Bajak Singkal

Bajak Singkal merupakan alat pengolahan lahan pertama (*primary tillage*) yang berfungsi untuk memotong, mencacah dan membalik tanah. Bajak singkal termasuk bajak yang paling tua (Bagus et al., 2019). Di Indonesia bajak singkal terbilang cukup sering digunakan oleh petani untuk melakukan pengolahan lahan. Dahulu, bajak singkal biasanya digunakan dengan bantuan tenaga ternak sapi atau kerbau sebagai sumber daya penariknya. Namun dengan perkembangan teknologi pertanian pada zaman sekarang, bajak singkal menggunakan traktor sebagai sumber tenaga penariknya (Zaini et al., 2023).

Bajak singkal dapat digunakan untuk bermacam-macam jenis tanah dan sangat baik untuk membalik tanah. Bajak Singkal terdiri dari bagian-bagian utama (Hartono & Wibowo, 2018), yaitu singkal, mata bajak dan *Landside*. Singkal adalah bagian lengkung pada bajak yang berfungsi membalik dan melempar tanah setelah dipotong oleh pisau. Mata Bajak merupakan bagian tajam di bagian bawah depan bajak yang berfungsi memotong tanah secara horizontal. *Landside* adalah bagian datar di sisi bajak yang bersentuhan dengan dinding alur tanah. Fungsinya menjaga kestabilan dan arah gerak bajak agar tetap lurus serta menahan gaya samping selama proses pembajakan.

Konsep Modular

Konsep modular merupakan pendekatan perancangan sistem yang membagi suatu produk, mesin, atau sistem kompleks menjadi beberapa unit atau modul yang memiliki fungsi spesifik dan dapat berdiri relatif independen (Aesa & Susila, 2024). Secara teoritis, modularitas

didefinisikan sebagai tingkat sejauh mana suatu sistem dapat diuraikan menjadi subsistem dengan kohesi internal tinggi (*high cohesion*) dan keterkaitan eksternal rendah (*low coupling*). Pendekatan ini bertujuan meningkatkan fleksibilitas desain, efisiensi manufaktur, serta kemudahan perawatan dan perbaikan (Agung & Cakra, 2025).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa (*engineering research*) yang berfokus pada analisis dan pengembangan desain komponen teknik. Penelitian rekayasa bertujuan untuk menghasilkan rancangan atau pengembangan suatu produk melalui proses analisis, perancangan dan pengujian terhadap kinerja desain yang dihasilkan (Yermadona, 2025). Dalam penelitian ini, objek yang dikaji adalah desain mata bajak singkal untuk dianalisis dengan menggunakan pendekatan sistem modular untuk meningkatkan kemudahan perawatan dan proses perbaikan.

Pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu observasi lapangan, pengukuran komponen bajak singkal, dan angket penelitian. Observasi bertujuan untuk mengidentifikasi bentuk, susunan komponen, serta sistem sambungan yang digunakan pada mata bajak singkal dan mengetahui bagian-bagian komponen yang sering mengalami keausan atau kerusakan. Kemudian Pengukuran komponen bertujuan untuk memperoleh data dimensi komponen seperti panjang, lebar, ketebalan, dan bentuk geometri mata bajak singkal. Selain itu, penyebaran angket juga dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai tingkat kemudahan perawatan dan perbaikan pada desain mata bajak singkal modular dibandingkan dengan desain mata bajak singkal konvensional.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan untuk menemukan perancangan desain modular mata bajak singkal yang paling baik, menganalisis distribusi tegangan dan faktor keamanan, serta mengevaluasi tingkat kemudahan perawatan dan perbaikan antara desain konvensional dan desain modular. Proses analisis diawali dengan analisis perancangan desain modular sebagai dasar pengembangan desain dengan spesifikasi yang ditetapkan selama penelitian. Selanjutnya, analisis menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) melalui perangkat lunak *Ansys Workbench*. Selain itu, analisis kemudahan perawatan dan perbaikan dilakukan menggunakan metode deskriptif berdasarkan data angket responden, di mana skor jawaban dihitung dalam bentuk persentase untuk mengetahui tingkat kepraktisan dan efisiensi desain modular dibandingkan desain konvensional, sehingga keseluruhan hasil analisis ini dapat memberikan gambaran komprehensif terhadap keunggulan dan kelayakan desain yang dikembangkan.

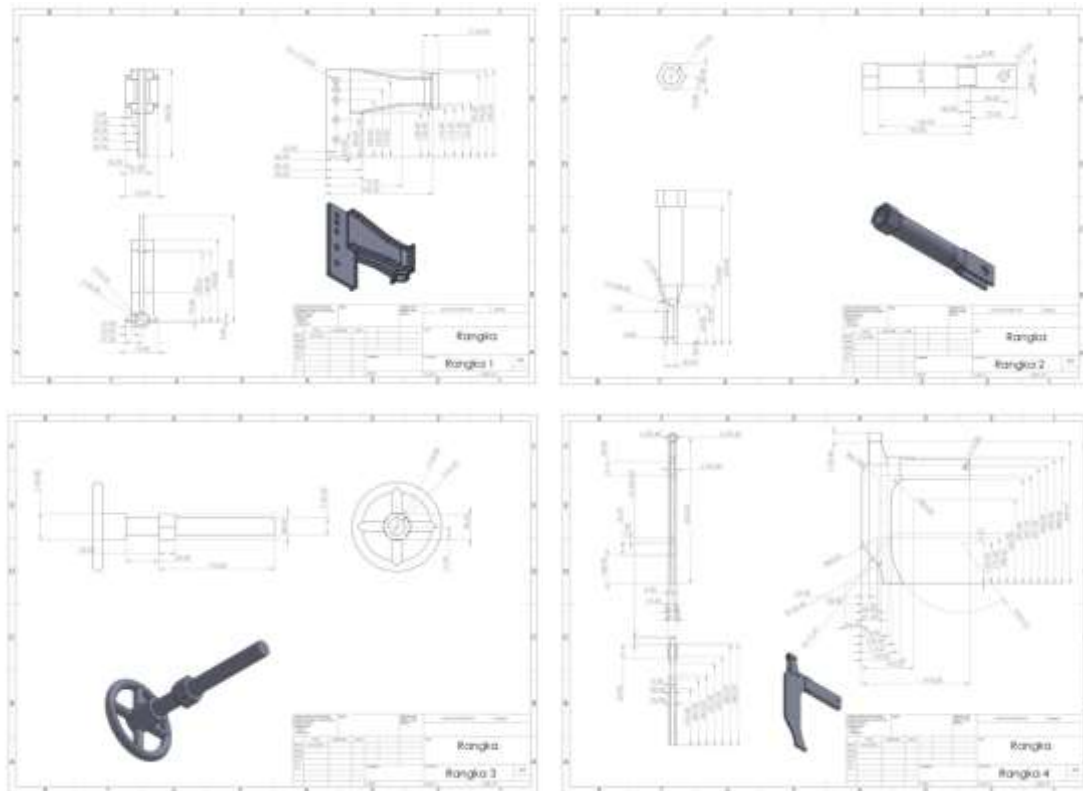
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Desain Modular Mata Bajak Singkal

Bajak Singkal merupakan alat pengolahan lahan pertama (*primary tillage*) yang berfungsi untuk membalik lapisan tanah bagian atas ke bawah sehingga dapat meningkatkan aerasi tanah dan mengendalikan gulma. Secara umum, desain bajak singkal konvensional terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja secara terpadu dalam satu kesatuan struktur yang tidak terpisah. Bajak Singkal lama terdiri dari beberapa komponen yaitu rangka, *Landside* dan *moldboard* seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.

Rangka

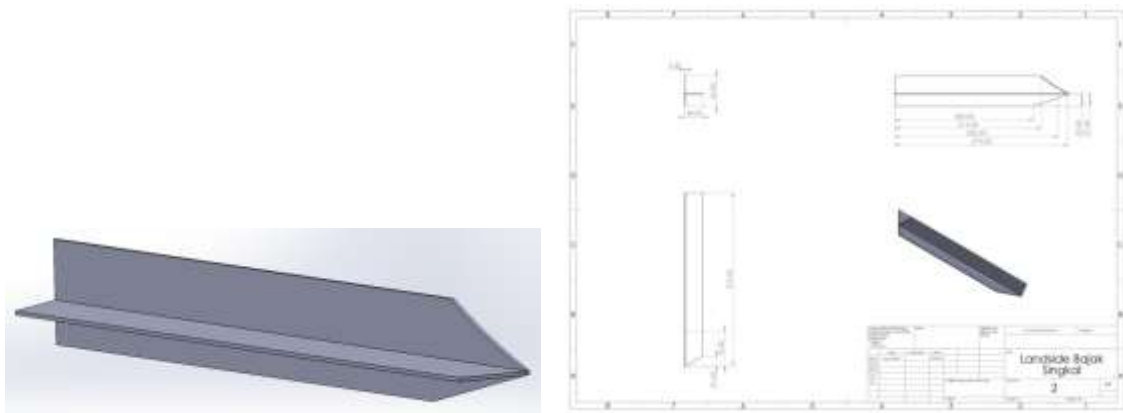
Rangka berfungsi sebagai penopang dan pengikat seluruh komponen, serta sebagai media untuk menyalurkan beban dari traktor ke unit bajak.



Gambar 1. Detail Drawing Rangka.

Landside

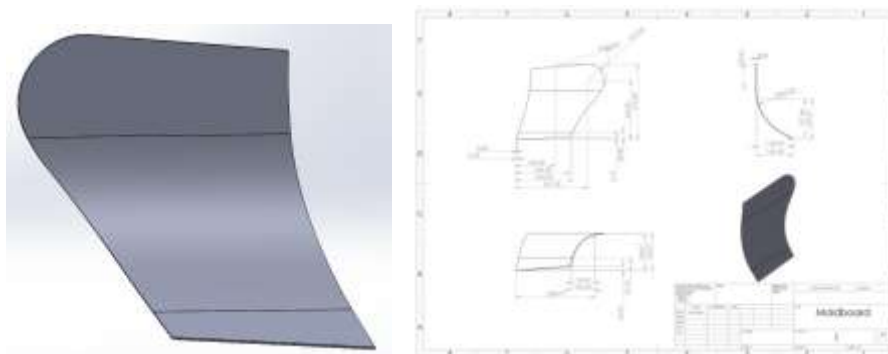
Landside berfungsi sebagai penahan gaya samping (*lateral force*) serta menjaga kestabilan arah gerak bajak selama proses pembajakan berlangsung.



Gambar 2. Detail Drawing *Landside*.

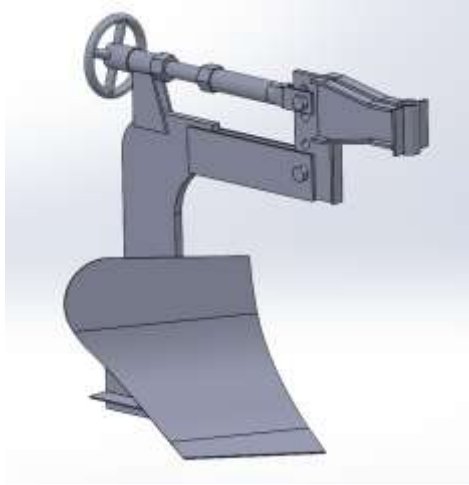
Moldboard

Moldboard berfungsi untuk mengangkat, membalik, dan menghancurkan tanah setelah proses pemotongan oleh mata bajak (*share*).



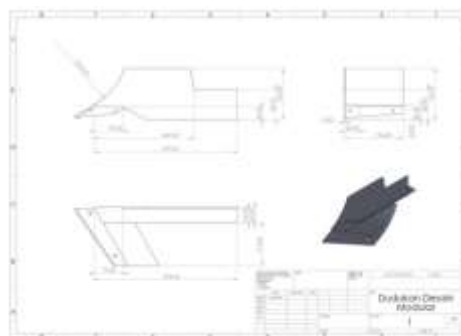
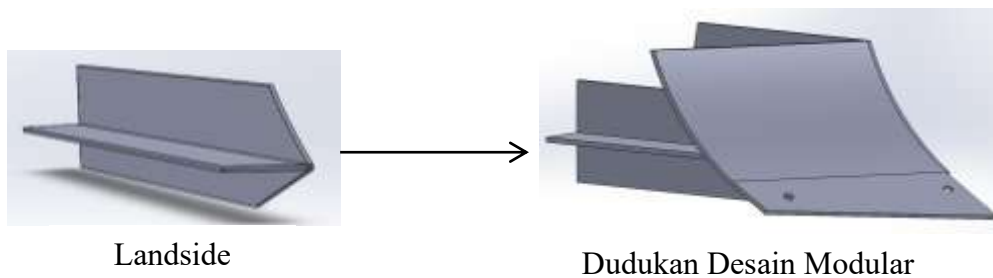
Gambar 3. Detail Drawing *Moldboard*.

Dari komponen tersebut, dilakukan proses penggabungan komponen sehingga didapatkan perancangan bajak singkal lama seperti gambar dibawah ini.



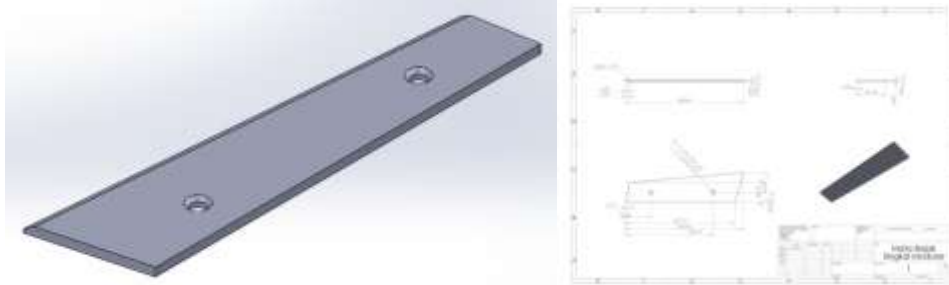
Gambar 4. Bajak Singkal Lama.

Setelah didapatkan desain bajak singkal lama, selanjutnya dilakukan pengembangan desain modular mata bajak singkal. Desain Modular merupakan pengembangan desain yang membagi desain menjadi beberapa komponen untuk memudahkan peningkatan fungsi, kemudahan perbaikan hingga perawatan. Dalam desain modular mata bajak singkal, terdapat beberapa komponen yang dibagi dan diubah geometrinya. Salah satu bentuk yang diubah yaitu *Landside* dari bajak singkal menjadi dudukan desain modular bajak singkal seperti gambar dibawah ini.



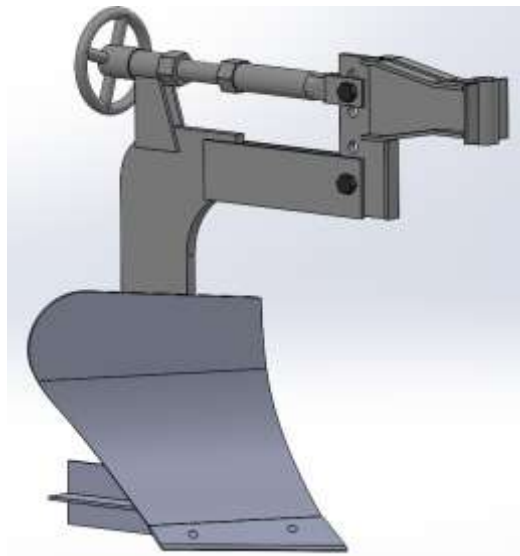
Gambar 5. Detail Drawing Dudukan Desain Modular.

Pengembangan selanjutnya difokuskan pada penerapan konsep modular pada mata bajak, dengan memisahkan komponen tersebut dari *moldboard*. Pendekatan ini dilakukan untuk mengatasi permasalahan keausan yang dominan terjadi pada mata bajak, sehingga proses perawatan dan penggantian komponen dapat dilakukan secara lebih efisien.



Gambar 6. Mata Bajak Singkal Modular.

Dalam menghubungkan mata bajak dengan dudukannya, diperlukan sistem sambungan yang tidak hanya mampu menahan beban kerja, tetapi juga mendukung kemudahan dalam proses perawatan. Tipe sambungan yang dipilih adalah baut JP M8 karena memiliki daya tahan yang besar serta tidak mempengaruhi performa bajak singkal akibat hambatan pada baut. Dari komponen komponen desain modular tersebut, maka didapatkan desain akhir bajak singkal modular seperti gambar dibawah ini

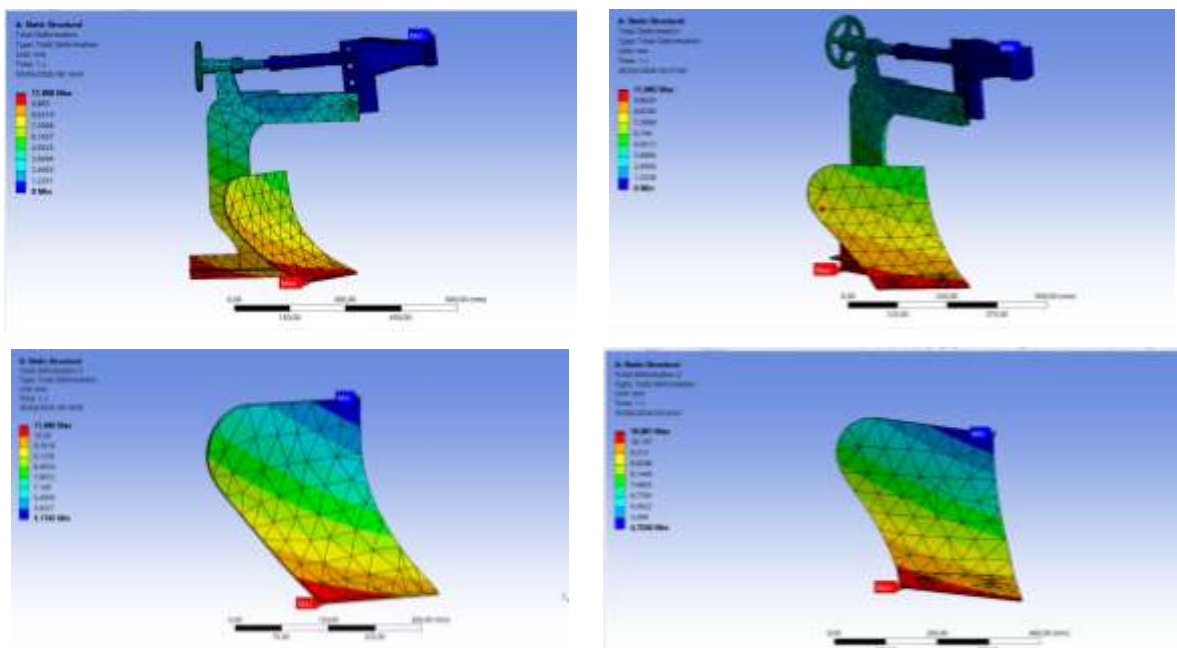


Gambar 7. Desain Modular Mata Bajak Singkal.

Hasil Analisis *Finite Element Analysis* pada Desain Modular Mata Bajak Singkal

Dalam simulasi ini, pembebanan diberikan dengan mengacu pada asumsi tekanan tanah sebesar 800 N yang merepresentasikan kondisi kerja aktual. Beban tersebut diaplikasikan pada area *moldboard* dan mata bajak singkal sebagai zona utama interaksi dengan tanah. Arah pembebanan ditentukan berlawanan dengan arah gerak traktor, sehingga mampu mensimulasikan gaya tahanan tanah yang terjadi selama proses pembajakan. Hasil simulasi tersebut kemudian disajikan dalam beberapa parameter utama, seperti distribusi tegangan, deformasi, serta gaya dan momen yang terjadi pada desain bajak singkal lama dan desain bajak singkal modular Adapun rincian hasil simulasi yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Total Deformasi

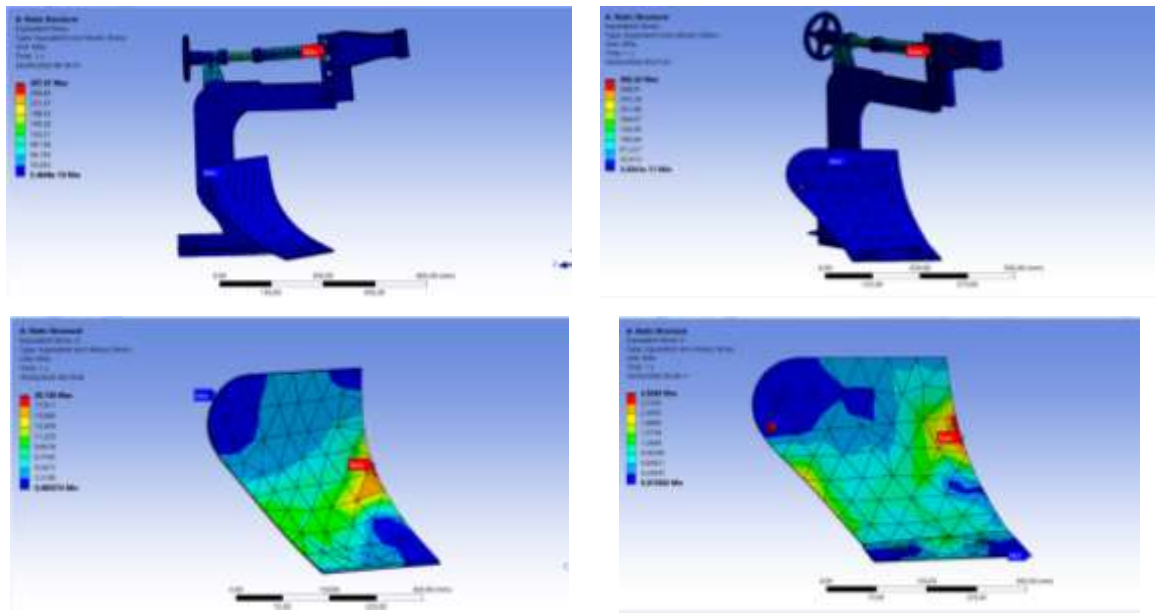


Bajak Singkal Lama

Bajak Singkal Modular

Gambar 8. Perbandingan Total Deformasi.

Tegangan Maksimum

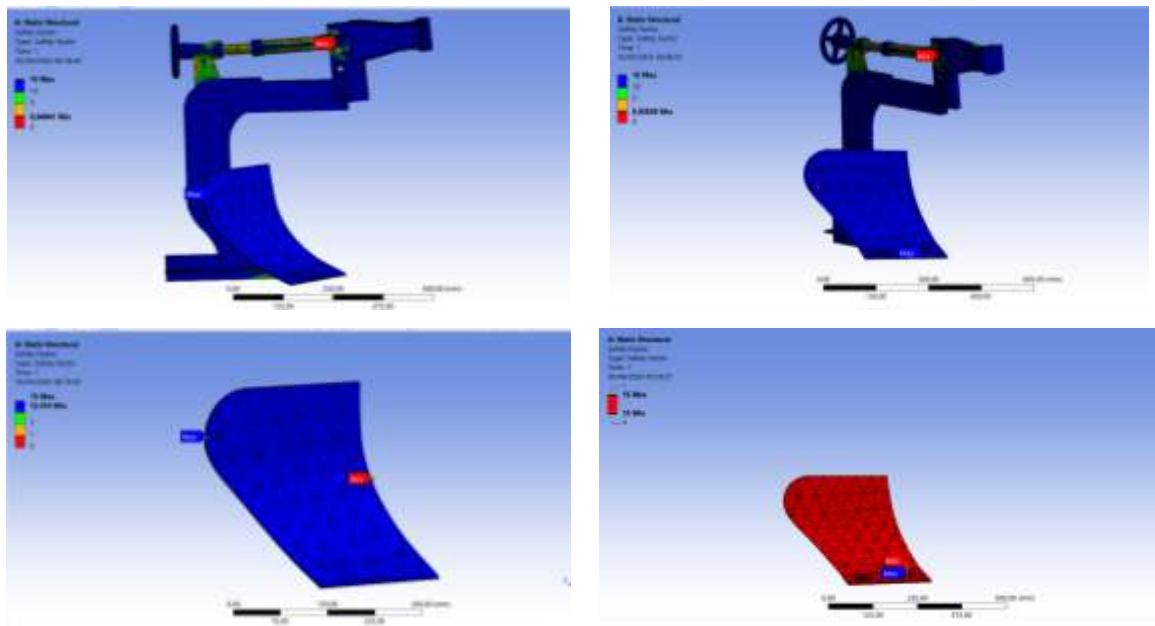


Bajak Singkal Lama

Bajak Singkal Modular

Gambar 9. Perbandingan Tegangan Maksimum.

Safety Factor



Bajak Singkal Lama

Bajak Singkal Modular

Gambar 10. Perbandingan *Safety Factor*.

Perbandingan yang didapatkan dari hasil analisis desain bajak singkal lama dengan desain bajak singkal modular adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Analisis Bajak Singkal dengan Bajak Singkal Modular.

No	Parameter	Desain Konvensional		Desain Modular	
		Moldboard	Bajak Singkal	Moldboard	Bajak Singkal
1	Tegangan Maksimum	20,138 MPa	297,4 MPa	2,8292 MPa	302,52 MPa
3	Deformasi Maksimum	11,098 mm	11,098 mm	10,881 mm	11,095 mm
4	<i>Safety Factor</i>	12,414	0,84041	15	0,82639

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, diperoleh perbandingan kinerja antara desain bajak singkal konvensional dan desain modular ditinjau dari parameter tegangan, deformasi, dan faktor keamanan. Pada parameter tegangan maksimum, desain modular menunjukkan penurunan yang sangat signifikan pada komponen *moldboard*, dari 20,138 MPa menjadi 2,8292 MPa. Hal ini mengindikasikan bahwa desain modular mampu memperbaiki distribusi beban pada *moldboard* sehingga mengurangi konsentrasi tegangan pada bagian tersebut. Namun, pada keseluruhan komponen bajak singkal, tegangan maksimum justru mengalami sedikit peningkatan dari 297,47 MPa menjadi 302,52 MPa. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada desain modular terjadi pengalihan konsentrasi beban ke bagian komponen lainnya akibat penambahan beban dudukan desain modular.

Pada parameter deformasi maksimum, desain modular menunjukkan nilai deformasi yang sedikit lebih rendah dibandingkan desain konvensional, yaitu dari 11,098 mm menjadi 10,881 mm pada *moldboard*. Penurunan ini menunjukkan bahwa desain modular memiliki kekakuan struktur yang sedikit lebih baik, sehingga mampu menahan pembebanan dengan deformasi yang lebih kecil. Namun demikian, selisih yang terjadi relatif kecil sehingga peningkatan kekakuan tersebut tidak terlalu signifikan.

Adapun pada parameter faktor keamanan (*Safety Factor*), terjadi peningkatan pada komponen *moldboard* dari 12,414 menjadi 15, yang menunjukkan bahwa desain modular memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi pada bagian tersebut. Sebaliknya, pada komponen mata bajak, nilai *Safety Factor* mengalami penurunan dari 0,84041 menjadi 0,82639, dan kedua nilai tersebut berada di bawah 1. Hal ini mengindikasikan bahwa baik desain konvensional maupun modular belum memenuhi kriteria keamanan pada komponen mata bajak. Meskipun demikian, dalam konteks desain modular, kondisi ini dapat diinterpretasikan sebagai upaya untuk mengonsentrasikan beban pada komponen yang bersifat aus dan mudah diganti, sehingga kerusakan tidak menyebar ke bagian struktur utama.

Analisis Kemudahan Perawatan dan Perbaikan Desain Modular Mata Bajak Singkal

Hasil Angket Kemudahan perawatan dan Perbaikan Desain Modular Mata Bajak Singkal

Hasil pengolahan data menunjukkan nilai rata-rata untuk masing-masing indikator sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Rata-Rata Angket Kemudahan Perawatan dan Perbaikan.

No	Indikator	Rata-rata	Persentase	Kategori
1	Kemudahan Pembongkaran	4,52	90,4%	Sangat Baik
2	Kemudahan Pemasangan	4,60	92 %	Sangat Baik
3	Kemudahan Penggantian Komponen	4,59	91,8 %	Sangat Baik
4	Efisiensi Waktu Perawatan	4,66	93,2 %	Sangat Baik
Total Rata-rata		4,59	91,8%	Sangat Baik

Analisis Indikator Kemudahan Perawatan dan Perbaikan

Kemudahan Pembongkaran : Nilai rata-rata sebesar 4,52 menunjukkan bahwa responden sangat setuju bahwa desain modular mempermudah proses pembongkaran. Hal ini disebabkan oleh penggunaan sistem sambungan seperti baut yang memungkinkan komponen dilepas tanpa merusak bagian lain. Berbeda dengan desain konvensional yang bersifat menyatu, desain modular memungkinkan pembongkaran dilakukan secara parsial sesuai kebutuhan.

Kemudahan Pemasangan : Nilai rata-rata sebesar 4,60 menunjukkan bahwa proses pemasangan pada desain modular dinilai sangat mudah. Hal ini dikarenakan setiap komponen telah dirancang dengan konfigurasi yang jelas dan terpisah, sehingga memudahkan proses perakitan kembali setelah dilakukan perawatan atau penggantian komponen.

Kemudahan Penggantian Komponen : Indikator ini memperoleh nilai rata-rata sebesar 4,59, yang mengindikasikan bahwa responden sangat setuju terhadap kemudahan dalam penggantian komponen. Desain modular memungkinkan bagian yang mengalami keausan, seperti mata bajak, dapat diganti secara individual tanpa harus mengganti keseluruhan unit. Hal ini memberikan keuntungan dari segi biaya dan efisiensi perawatan.

Efisiensi Waktu Perawatan : Nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada indikator ini, yaitu sebesar 4,66. Hal ini menunjukkan bahwa desain modular secara signifikan mampu mengurangi waktu yang dibutuhkan dalam proses perawatan. Proses perbaikan menjadi lebih cepat karena hanya bagian tertentu yang perlu ditangani tanpa harus membongkar seluruh struktur alat.

Interpretasi Hasil

Berdasarkan perhitungan rata-rata keseluruhan sebesar 4,59, maka hasil penilaian responden berada pada kategori “Sangat Setuju” dengan interval 4,21 – 5,00. Hal ini menunjukkan bahwa desain modular pada mata bajak singkal memberikan peningkatan yang signifikan terhadap kemudahan perawatan dan perbaikan dibandingkan dengan desain konvensional. Hasil ini mengindikasikan bahwa penerapan konsep modularisasi memberikan dampak positif terhadap efisiensi operasional alat, khususnya dalam hal perawatan. Dengan adanya pemisahan komponen, proses pembongkaran, pemasangan, dan penggantian komponen menjadi lebih mudah dan cepat. Selain itu, desain modular juga mengurangi waktu henti (*downtime*) alat serta meningkatkan efisiensi biaya perawatan, karena tidak seluruh bagian harus diganti ketika terjadi kerusakan. Dengan demikian, desain ini lebih adaptif terhadap kebutuhan operasional di lapangan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan analisis, penerapan desain modular mata bajak singkal terbukti meningkatkan kemudahan perawatan dan perbaikan dibandingkan desain konvensional. Nilai angket rata-rata 4,59 menunjukkan kategori sangat baik dalam proses pembongkaran, pemasangan, penggantian komponen, serta efisiensi waktu. Selain itu, hasil analisis menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA) menunjukkan adanya penurunan tegangan maksimum dan deformasi yang lebih rendah pada desain modular dibandingkan desain bajak sebelumnya. Pengembangan desain modular mata bajak singkal ini dapat menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan kemudahan perawatan dan perbaikan, serta kinerja struktur yang lebih baik.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar pengembangan desain modular juga diterapkan pada seluruh komponen utama bajak singkal. Pengembangan ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan keandalan struktur secara menyeluruh, mengingat desain modular yang diusulkan telah terbukti memberikan keunggulan dalam aspek kemudahan perawatan dan perbaikan. Dengan pengembangan yang lebih komprehensif, desain modular bajak singkal diharapkan unggul dari sisi perawatan, serta memberikan kinerja struktural yang lebih optimal dalam pengolahan lahan.

DAFTAR REFERENSI

- Ade, A., Tantowi, P., Setyawan, H. P., Arfan, M., Mesin, T., Mesin, T., Raflesia, P., Lebong, R., & Mulatsih, M. (2025). *Perawatan Prediktif Mesin Pembajak Tanah Berpenggerak Motor Bakar 1 , 1 Dk berdasarkan Pengukuran Jam Kerja Mesin. 11(1).*
- Aesa, G. R., & Susila, D. A. (2024). Perancangan lemari aksesoris otomotif pada garasi rumah dengan sistem modular. *Jurnal Desain Produk, 7(2)*, 181–190.
- Agung, A., & Cakra, G. (2025). Rekayasa Modularity pada Sepeda Anak Usia Dini dengan Empat Konfigurasi. *Jurnal Desain Indonesia, 07(2)*, 199–209.
- Bagus, G., Budi, A., Tika, I. W., Sucipta, N., Studi, P., Pertanian, T., Pertanian, F. T., & Udayana, U. (2019). Pengolahan Tanah Menggunakan Bajak Singkal Lebih Sedikit Memerlukan Air Irigasi daripada Bajak Rotary The Preparation of Land Using Chisel Plow Requires Less Water Requirement than Rotary Plow Abstrak. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian), 7(1)*, 120–126.
- Denni, & Junaidi. (2023). MODIFIKASI TRAKTOR MINI PENGGERAK MOTOR BENSIN 6,5 HP DENGAN PENAMBAHAN POMPA AIR MULTIFUNGSI PADA PERTANIAN. *Buletin Utama Teknik, 19(1)*, 8–12.
- Fabilla, N., Astiko, W., & Fauzi, M. (2025). *Pengaruh Berbagai Teknik Pengolahan Tanah yang ditambahkan Bioamelioran terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tumpangsari Jagung dan Kedelai di Lahan Kering. 4(1)*, 71–81.
- Hartono, R., & Wibowo, S. (2018). *Teknik Pengolah Tanah*. Pusat Pendidikan Pertanian.
- Hidayah, S. N. (2023). *Penentuan Interval Perawatan Mesin Wood Pallet Secara Preventif Dengan Metode Modularity Design Dan Age Replacment Pada PT Yale Woodpallet Indonesia. 2(2).*
- Ilhamda, S. (2022). *Rancang Bangun Mesin Hand Tractor Sistem Luncur*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2017). *Alat Mesin Pertanian*. Direktorat Pembinaan SMK, Kemendikbud.
- Leni, D., Selviyanty, V., & Kusuma, Y. P. (2022). *Uji Kinerja Pengolahan Traktor Roda Empat Model At 5470 Dengan Bajak Piring (Disk Plow) Pada Tanah Dilahan Percobaan BPTP Sumatera Barat. 9(2)*, 461–467.
- Muhammad, M., Linda, A. M., & Rochyat, E. A. (2024). *Pengantar Ilmu Pertanian*. UB Press.
- Muhida, R., Riza, M., & Febriyansyah, R. (2024). Analisa Kinerja dan Konsumsi Bahan Bakar pada Mesin Pengolah Tanah Berpenggerak Motor Bensin Tipe Sumbu Vertikal. *Jurnal Teknik Mesin, 12(2)*.
- Rizki, F. C., Wicaksono, R. P., & Wijayanti, F. (2024). Peningkatan Kesuburan Tanah Dan Produktivitas Sebagai Hasil Pengolahan Lahan Di Dusun Ngadilegi, Pandaan. *JIPM:Jurnal Informasi Pengabdian Masyarakat, 2(1)*.
- Setiawan, F. A., Ridwan, Suharyatun1, S., & Asmara, S. (2022). *Analisis Kebutuhan Traktor Tangan (Hand Tractor) Menggunakan Sistem Informasi Geografi di Kecamatan Pringsewu dan Kecamatan Gading Rejo Kabupaten Pringsewu. 1(4)*, 520–530.
- Soedarto, T., & Ainiyah, R. K. (2022). *Teknologi Pertanian Menjadi Petani Inovatif 5.0: Transisi Menuju Pertanian Modern*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Wei, M., Zhu, L., Luo, F., Zhang, J., Dong, X., & Jen, T. (2019). Share-soil interaction load

and wear at various tillage conditions of a horizontally reversible plough. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162(January), 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.03.032>

Yermadona, H. (2025). *Metodologi Penelitian Rekayasa Teknik*. GANESHA KREASI SEMESTA.

Zaini, F. C., Priyambada, & Yomo, S. A. (2023). Kajian Kinerja Pembajakan Menggunakan Bajak Singkal (*Moldboard Plow*) dan Bajak Putar (*Rotary Plow*) di PT Great Giant Pineapple, Lampung Tengah. *AGROFORETECH*, 1(1).

Zendrato, P., Surya, M., Mendrofa, D., Telaumbanua, A., & Iman, J. B. (2025). *Pengaruh Perancangan Desain Produk Terhadap Efisiensi Waktu di Pusat Latihan Keterampilan Terpadu Banua Niha Keriso Protestan (PLKT BNKP) Kota Gunungsitoli*. 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.62138/management.v2i1.xx>