



Rancang Bangun *Wheel and Tire Assembly* untuk Maintenance Pesawat King Air Model 200 & 350i di Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan

Nicholas Joddy Benedic

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Wahyu Cakra

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Fawwaz Yusa Gifari

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Alamat: Kabupaten Tangerang, Banten 15820

Korespondensi penulis: nicholas07615@gmail.com

Abstract. *The wheel and tire assembly process on King Air 200 and 350i aircraft at the Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan (BBKFP) is still performed manually, taking an average of 18.33 minutes and involving four technicians. This method is inefficient, causes fatigue, and increases the risk of installation errors. This study aims to design an efficient, ergonomic, and safe wheel installation tool that enhances operational productivity and safety. The design follows the systematic VDI 2221 approach, including task clarification, concept development, and detailed design. The best concept was visualized in a three-dimensional model using CAD software and analyzed for structural strength. Calculations show a safety factor of 18.75, indicating the structure can withstand the load safely. Galvanized material was selected for corrosion resistance and ease of fabrication. Functional tests show the tool reduced installation time to 7.28 minutes and can be operated by a single technician. The anthropometric-based design improves comfort and maintains a neutral body posture. Final product modifications include replacing the pin lock handle with ergonomic nylon and adding more adjustment points for the wheel support bar. Overall, the tool effectively reduces working time and manpower while enhancing comfort, safety, and operational efficiency.*

Keywords: *Work Efficiency, Ergonomics, King Air Aircraft, VD 2221, Wheel and Tire Assembly.*

Abstrak. Proses pemasangan roda (*wheel and tire assembly*) pada pesawat King Air 200 dan 350i di Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan (BBKFP) masih dilakukan manual dengan rata-rata 18,33 menit dan melibatkan empat teknisi. Metode ini kurang efisien, menimbulkan kelelahan, dan berpotensi menimbulkan kesalahan. Penelitian ini bertujuan merancang alat bantu pemasangan roda yang efisien, ergonomis, dan aman, yang dapat meningkatkan produktivitas dan keselamatan kerja. Metode perancangan menggunakan pendekatan *VDI 2221*, meliputi klarifikasi tugas, pengembangan konsep,

Received Januari 02, 2026; Accepted Februari 02, 2026; Published Maret 30, 2026

*Corresponding author, nicholas07615@gmail.com

dan detail desain. Konsep terbaik divisualisasikan dalam desain tiga dimensi menggunakan perangkat lunak CAD dan dianalisis kekuatannya. Hasil perhitungan menunjukkan faktor keamanan 18,75, menandakan struktur mampu menahan beban dengan baik. Material galvanis dipilih karena tahan korosi dan mudah difabrikasi. Hasil uji menunjukkan alat menurunkan waktu pemasangan menjadi 7,28 menit dan dapat dioperasikan oleh satu teknisi. Desain berbasis data antropometri meningkatkan kenyamanan dan menjaga posisi tubuh tetap netral. Perubahan pada produk akhir meliputi penggantian pegangan pin lock dengan nylon ergonomis dan penambahan titik pengaturan batang penahan roda. Secara keseluruhan, alat bantu ini efektif mengurangi waktu kerja, jumlah teknisi, serta meningkatkan kenyamanan, keselamatan, dan efisiensi operasional.

Kata kunci: Efisiensi Kerja, Ergonomi, Pesawat King Air, VD 2221, *Wheel and Tire Assembly*

LATAR BELAKANG

Transportasi udara, khususnya pesawat terbang, mendapat perhatian besar karena mampu menempuh jarak lebih cepat dengan keamanan, kenyamanan, dan keselamatan sesuai prosedur *Maintenance Manual* dan *Civil Aviation Safety Regulation* (CASR). Untuk menjaga kelaikudaraan, setiap maskapai memiliki *Maintenance Program* yang berisi jadwal dan prosedur perawatan pesawat secara rinci. Program ini ditinjau secara berkala untuk memastikan kesesuaian penggunaan dan efektivitasnya terhadap pesawat. (Shevilia Agustian, 2023)

Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan (BBKFP), sebagai Unit Pelaksana Teknis dari Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, melaksanakan kalibrasi penerbangan, pengujian alat bantu navigasi, komunikasi penerbangan, serta perawatan pesawat. Selain itu, BBKFP menyediakan layanan seperti penerbangan charter, pelatihan simulator, dan penyewaan hanggar. BBKFP secara rutin mengoperasikan pesawat *King Air 200* dan *King Air 350i*, namun pesawat tidak selalu berada dalam kondisi *airworthy*. Seiring penggunaan, komponen pesawat seperti ban, sistem rem, atau lampu navigasi dapat mengalami penurunan performa.

Untuk mengantisipasi hal tersebut, BBKFP melaksanakan berbagai jenis perawatan, termasuk *Daily Inspection*, *Scheduled Inspection*, *200 Hours Phase Inspection Program*, *Overhaul and Replacement Schedule*, *Continuous Corrosion*

Control Inspection, dan *Unscheduled Maintenance Checks*. Seluruh proses dilakukan oleh teknisi bersertifikat sesuai standar keselamatan. *Wheel and tire* termasuk dalam *Unscheduled Maintenance Check* dan rutin diperiksa dalam *200 Hours Phase Inspection Program*, yang dilakukan setiap 200 jam terbang hingga 800 jam, terbagi dalam empat fase. Setiap fase menekankan area inspeksi tertentu, mulai dari *nose landing gear*, *main landing gear*, hingga mesin, kabin, dan *empennage*.

Tabel 1. *Inspection Schedule Outline*

No	Aircraft Time (Hours)	Inspection Phase				Type Of Inspection
		1	2	3	4	
1	200	X				Nose Landing Gear Area, Nose Gear, Pilot's Compartment, Cabin Section, Rear Fuselage and Empennage, Wings, Main Gear Area, Engines, Landing Gear Retraction, Operational Inspection, Post Inspection
2	400		X			Nose Avionics Compartment, Nose Landing Gear Area, Nose Gear, Pilot's Compartment, Cabin Section, Rear Fuselage and Empennage, Wings, Main Landing Gear Area, Engines, Landing Gear Retraction, Operational Inspection, Post Inspections.
3	600			X		Nose Landing Gear Area, Nose Gear, Pilot's Compartment, Cabin Section, Rear Fuselage and Empennage, Wings, Main Landing Gear Area, Engines, Landing Gear Retraction, Operational Inspection, Post Inspections.
4	800				X	Nose Section, Nose Avionics Compartment, Nose Landing Gear Area, Nose Gear, Pilot's Compartment, Cabin Section, Rear Fuselage and Empennage, Wings, Main Landing Gear Area, Engines, Landing Gear Retraction, Operational Inspection, Post Inspection.

Sumber: Data Pesawat King Air (2025).

Setiap fase inspeksi dilakukan berurutan: fase 1 pada 200 jam, fase 2 pada 400 jam, fase 3 pada 600 jam, dan fase 4 pada 800 jam. Setelah fase 4, program dimulai kembali dari fase 1 pada 1000 jam, dan seterusnya. *Landing gear*, termasuk *wheel and tire*, diperiksa pada semua fase, mencakup kondisi *tread*, tekanan udara, *bead*, keausan casing, dan ply, sesuai *Component Maintenance Manual (CMM) King Air 200 dan 350i. On Condition Inspection* diterapkan untuk memastikan kelaikudaraan komponen melalui

pemeriksaan visual, pengujian fungsi, pengukuran, atau tes lainnya (Civil Aviation Safety Authority, 2024).

Selama *On Job Training* (OJT), penulis rutin melakukan *replacement tire* sesuai *Maintenance Manual*. Namun, proses *installation of wheel and tire* menghadapi kendala, antara lain kondisi kerja yang tidak aman akibat banyaknya personel, risiko human error, dan waktu pengerjaan yang lama. Selain itu, BBKFP tidak memiliki fasilitas *wheel and tire shop*, sehingga sebagian *special tools* dibuat sendiri dan bersifat improvised. Hal ini menimbulkan risiko kerusakan seperti goresan pada permukaan *wheel* akibat penggunaan alat yang kurang tepat, meski prosedur tetap sesuai CMM. Dengan kondisi ini, terdapat kebutuhan untuk solusi peralatan yang lebih aman, efisien, dan ergonomis dalam proses *wheel and tire installation*, yang menjadi fokus urgensi penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *VDI 2221 (Verein Deutscher Ingenieure)* untuk merancang alat bantu *wheel and tire assembly* pada pesawat King Air 200 dan 350i di BBKFP. Metode ini merupakan pendekatan sistematis yang terdiri dari empat tahap: *clarification of the task*, *conceptual design*, *embodiment design*, dan *detail design*. Pada tahap *clarification of the task*, data dikumpulkan dan spesifikasi alat ditetapkan berdasarkan kondisi eksisting, di mana proses instalasi *wheel and tire* masih memerlukan empat teknisi, memakan waktu 18,33 menit, dan berpotensi menyebabkan *scratch* pada *wheel* akibat *metal-to-metal contact*. Analisis ini menjadi dasar untuk merancang alat yang lebih efisien, aman, dan ergonomis.

Tahap *conceptual design* mencakup abstraksi masalah, pembuatan struktur fungsi, pemilihan prinsip kerja, dan penentuan komponen utama. Hasilnya adalah rancangan awal berupa meja penopang dengan sistem *hidrolik* untuk menekan *wheel* ke atas, serta kerangka atas yang tinggi dan dapat disesuaikan menggunakan *pin lock*. Perancangan wujud produk (*embodiment design*) melanjutkan konsep ini menjadi *layout* dan desain akhir, termasuk penggunaan bantalan karet untuk mencegah gesekan logam dan selongsong besi yang memudahkan penyelarasan lubang *bolt*.

Tahap terakhir, *detail design*, menghasilkan gambar kerja, daftar komponen, dan spesifikasi material. Sistem *hidrolik* ditempatkan pada rangka bawah meja dengan *shaft* pompa, sehingga alat dapat dioperasikan oleh 1–2 teknisi. Desain akhir diharapkan dapat mempercepat pemasangan roda menjadi 10–15 menit, mengurangi risiko kerusakan, dan meningkatkan efisiensi serta keamanan kerja. Kerangka berpikir penelitian dimulai dari kajian literatur tentang *VDI 2221* dan prinsip perancangan teknik, pengembangan ide, penyusunan spesifikasi teknis, perancangan bentuk dan pemilihan material, hingga uji kinerja dan perbaikan desain. Proses ini memastikan alat yang dihasilkan efektif, ergonomis, dan sesuai kebutuhan operasional di BBKFP, meningkatkan produktivitas dan keselamatan kerja pada kegiatan *maintenance* pesawat King Air.

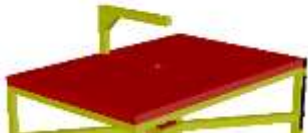
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses perancangan alat bantu pada penelitian ini, pendekatan sistematis sangat diperlukan untuk menciptakan desain yang efisien dan memenuhi kebutuhan di lapangan. Karena itu, penelitian ini menerapkan metode desain berbasis *VDI 2221* yang bersifat sistematis dan bertahap. Metode ini dianalisis secara kritis untuk menunjukkan bagaimana setiap tahapan mempengaruhi keputusan desain, sehingga pembaca memahami dampak penerapan metode secara teknis dan fungsional.

Kombinasi Prinsip Solusi

Pemilihan kombinasi berdasarkan struktur fungsional yang telah didapat, kemudian dilakukan pemilihan variasi dari rancangan desain melalui Tabel 2.

Tabel 2. Pemilihan Sub Fungsi

No	Sub Fungsi	1	2
1	Rangka Atas		
2	Rangka bawah		

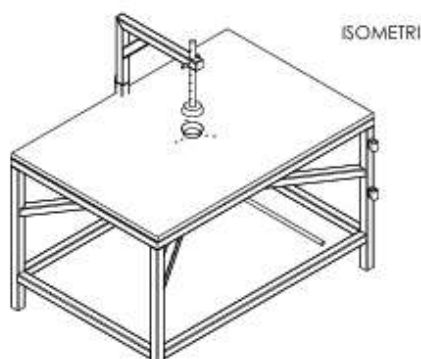
3	Dudukan roda		
4	Hidrolik		

Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Setelah melihat pembagian sub fungsi pada, diperoleh 2 kombinasi yang bisa digunakan sebagai variasi dalam memilih struktur fungsi tersebut, yaitu variasi 1 (1-2, 2-1, 3-1, 4-1) dan variasi 2 (1-1, 2-2, 3-2, 4-1).

1. Hasil Variasi 1

Dalam variasi 1 ini, struktur bagian atas memakai desain lengan berbentuk L yang dilengkapi dengan elemen penahan velg, menawarkan stabilitas selama proses pemasangan. Rangka bawah menggunakan konstruksi terbuka dari batang besi yang bersilangan agar teknisi mudah mengakses. Alat ini menggunakan dongkrak hidrolik berkapasitas 2-ton yang ditempatkan di bawah meja kerja dan dioperasikan secara manual dengan tuas. Dudukan roda dibuat kokoh untuk mendukung roda saat proses instalasi. Kombinasi desain ini menciptakan perangkat yang efisien, kokoh, dan gampang dioperasikan.

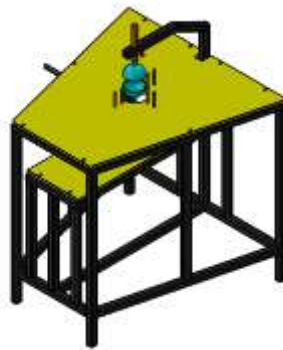


Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Gambar 1. Hasil Variasi 1

2. Hasil Variasi 2

Variasi ini memanfaatkan rangka datar dengan penguat di tengah meja, menciptakan desain yang kuat dan seimbang. Akan tetapi, posisi penahan yang tetap mengurangi kelenturan saat tekanan tidak sejajar dengan roda. Rangka bawah terdiri dari dua level dengan banyak elemen vertikal dan penguat diagonal, yang membuat ruang kerja sempit dan menyulitkan teknisi untuk bergerak. Kursi berbentuk mangkuk mengikuti kontur velg, namun tidak cukup fleksibel untuk berbagai ukuran. Sistem tuas mekanis memerlukan pengaturan manual yang lebih lama, sehingga menjadi kurang efektif untuk penggunaan yang berulang. Walaupun kokoh secara konstruksi, desain ini kurang ideal untuk kebutuhan lapangan yang memerlukan fleksibilitas dan akses cepat. Berdasarkan analisis, Variasi 1 dipilih karena memenuhi semua kriteria teknis, fungsional, ergonomis, dan keselamatan kerja. Variasi 2 dinilai kurang efektif karena kompleksitas pelaksanaan dan keterbatasan fleksibilitas di lapangan. Penilaian ini menguatkan keputusan desain berdasarkan data analitis, bukan hanya deskriptif.



Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Gambar 2. Hasil Variasi 2

Pemilihan kombinasi adalah menilai beberapa variasi dengan persyaratan yang ada agar didapatkan kombinasi untuk memecahkan permasalahan yang paling efisien.

Tabel 3. Pemilihan Kombinasi

		TABEL PEMILIHAN KOMBINASI						
RANCANG BANGUN WHEEL AND TIRE ASSEMBLY UNTUK MAINTENANCE PESAWAT KING AIR MODEL 200 & 350i DI BALAI BESAR KALIBRASI FASILITAS PENERBANGAN								
Variasi Prinsip Solusi (Sv)	Kriteria Pemilihan					Keputusan		
	(+) Ya					(+) Ya		
	(-) Tidak					(-) Tidak		
	(?) Kurang Informasi					(?) Kurang Informasi		
	(!) Periksa Spesifikasi					(!) Periksa Spesifikasi		
	Sesuai fungsi keseluruhan					Keputusan		
	Memenuhi daftar kehendak							
	Dalam biaya batas produksi							
	Sesuai keinginan perancang							
	Dapat direalisasikan mudah							
Memenuhi faktor keamanan					KETERANGAN			
	A	B	C	D	E	F		
Variasi 1	+	+	+	+	+	+	OK	+
Variasi 2	-	-	+	-	+	+	Tidak Sesuai Desain	-
Tanggal : 24/07/2025			Perancang : Nicholas Joddy Benedic					TPU 16A

Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

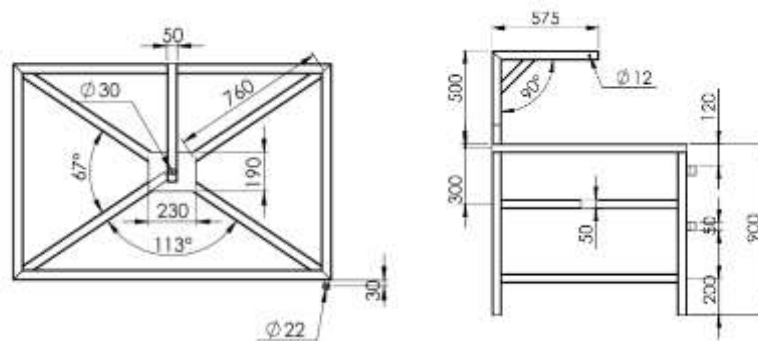
Hasil dari tahap perancangan konsep mengindikasikan bahwa proses analisis dan abstraksi struktur fungsi telah berhasil mengidentifikasi kebutuhan teknis esensial dari alat bantu perakitan roda dan ban, yaitu kemudahan penggunaan, stabilitas alat, ergonomis, dan efisiensi dalam proses pemasangan. Dari penilaian terhadap dua desain kombinasi yang diajukan, diperoleh dua variasi alternatif yang selanjutnya dibandingkan menurut aspek teknis dan fungsional. Berdasarkan Tabel 3, Variasi 1 memenuhi semua kriteria yang telah ditetapkan, yang ditandai dengan simbol (+) pada masing-masing aspek evaluasi. Temuan ini menunjukkan bahwa desain tersebut dapat direalisasikan secara fungsional, ekonomis, dan teknis, serta memenuhi kriteria keselamatan dan kebutuhan penggunaanya.

Dengan demikian, Variasi 1 ditentukan sebagai desain yang dipilih. Di sisi lain, Variasi 2 tidak berhasil memenuhi lima dari enam kriteria utama, yang ditunjukkan dengan simbol (-), sehingga dianggap tidak layak untuk dilanjutkan pengembangannya.

Kurangnya variasi ini meliputi faktor keselamatan, kompleksitas dalam pelaksanaan, serta ketidakcocokan dengan batasan produksi dan preferensi pengguna. Hasil dari tahap ini menunjukkan bahwa ide rancangan alat yang dipakai adalah konsep desain dari variasi 1. Penetapan desain ini dilaksanakan secara sistematis dengan menggunakan pendekatan metode VDI 2221 yang telah diterapkan di seluruh proses perancangan.

Perancangan Terperinci (*Detail Design*)

Tahapan ini merupakan tahap terakhir, yaitu menciptakan suatu rencana berdasarkan analisis dan perhitungan yang sudah dilakukan agar dapat dihasilkan alat yang tepat. Output perancangan yang mendetail dihadirkan dalam wujud produk yang mencakup rincian perangkat, spesifikasi dan sistem fungsi perangkat. Selanjutnya, evaluasi terhadap produk dilakukan untuk menilai apakah telah memenuhi kriteria yang ditetapkan. Ukuran, material, dan konfigurasi alat dianalisis untuk memastikan tegangan, beban, dan faktor keamanan sesuai standar. Analisis ini menunjukkan hubungan langsung antara perhitungan teknis dan keputusan desain, menjamin keamanan dan efisiensi kerja. Berdasarkan analisis di tahap sebelumnya menghasilkan konsep rancangan seperti yang terlihat pada Gambar 3 dan analisis yang dikerjakan pada Bab IV hasil perhitungan disusun kembali ke dalam Tabel 4.



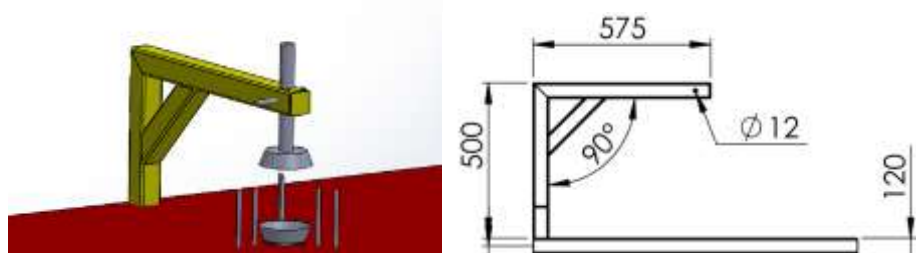
Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Gambar 3. Dimensi dan Ukuran Konsep Rancangan

1. Desain Rangka Atas

Rangka atas berperan sebagai penopang bagian atas roda selama proses pemasangan berlangsung. Komponen utama terdiri dari batang baja silinder dengan diameter 30 mm dan panjang 220 mm, yang dipasang secara vertikal ke bawah di ujung batang horizontal. Di bagian bawah batang ini terdapat komponen berbentuk mangkuk

dari baja dengan diameter luar 110 mm, diameter dalam 85 mm, dan tinggi 30 mm, yang berperan sebagai penyangga utama roda. Rangka penahan terbuat dari besi hollow galvanis berukuran $40 \times 40 \times 2$ mm, dengan panjang horizontal 575 mm dan ketinggian 500 mm, disusun membentuk sudut 90° dan diperkuat dengan batang diagonal. Di bagian bawah batang horizontal terdapat lubang $\varnothing 12$ mm untuk sistem pengunci pin lock, sehingga batang penahan dapat diatur ketinggiannya sesuai dengan ukuran roda pesawat. Batang horizontal dilengkapi pin lock sehingga tinggi penahan dapat diatur, meningkatkan fleksibilitas operasional dan keselamatan teknisi.

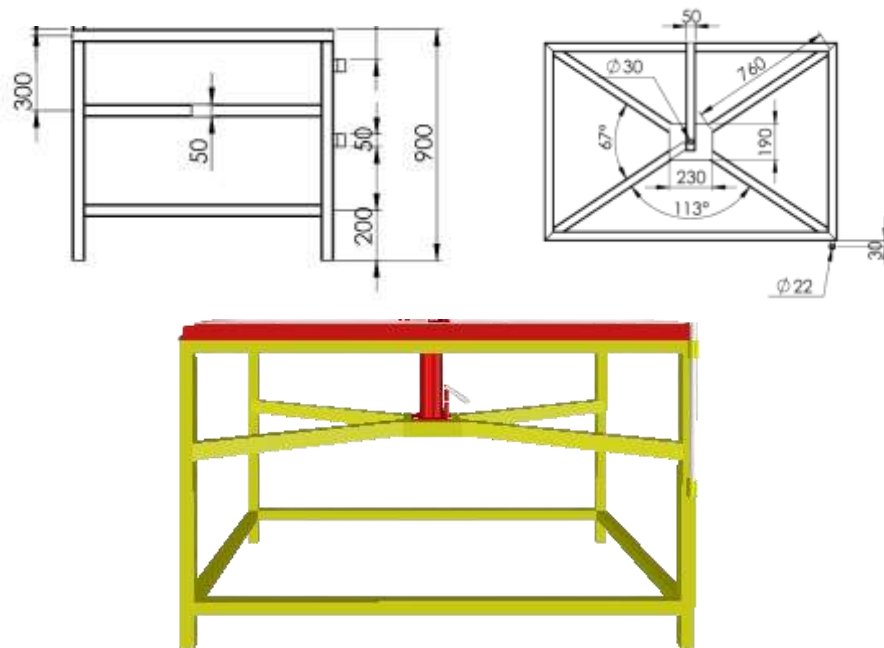


Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Gambar 4. Desain Rangka Atas

2. Desain Rangka Bawah

Rangka bawah adalah struktur utama yang mendukung seluruh alat, termasuk rangka atas dan sistem hidrolik. Bahan yang digunakan adalah besi hollow galvanis dengan ukuran $40 \times 40 \times 2$ mm, dan tinggi keseluruhan 900 mm. Permukaan meja terletak setinggi 300 mm dari dasar, sementara dudukan dongkrak berada 50 mm di bawah permukaan meja itu. Di tengah rangka bawah terdapat pelat datar berfungsi sebagai penyangga dongkrak hidrolik, yang dilengkapi dengan lubang $\varnothing 30$ mm untuk penempatan kepala dongkrak secara akurat. Agar mempertahankan kekakuan dan menghindari deformasi saat dongkrak beroperasi, bagian rangka dilengkapi dengan dua batang penopang silang berukuran 760 mm yang membentuk sudut 67° dan 113° secara simetris. Jarak antara batang diagonal di bagian bawah adalah 230 mm, dan tinggi vertikal antara titik pertemuan adalah 190 mm. Desain ini menjamin distribusi gaya dorong tetap seimbang dan struktur tidak mengalami penurunan selama proses pemasangan ban berlangsung. Analisis distribusi beban dan tegangan menunjukkan struktur tetap stabil dan aman meskipun beban maksimal diterapkan.



Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Gambar 5. Desain Rangka Bawah

3. Hidrolik

Alat ini memanfaatkan sistem hidrolik yang menggunakan dongkrak hidrolik manual dengan kapasitas 2-ton sebagai penggerak utamanya. Dongkrak ini dipasang secara vertikal pada tempat yang telah disiapkan di bagian pada kerangka bawah, dengan posisi yang disesuaikan agar tepat berada di bawah titik pusat roda. Sistem ini bekerja untuk memberikan tekanan dari bawah ke roda sehingga roda terdorong masuk ke posisi dudukan mangkok penahan bagian atas. Operasi dongkrak dilakukan secara manual dengan tangan, sehingga teknisi bisa mengatur tekanan secara bertahap dan aman. Kapasitas 2-ton dipilih untuk memberikan margin kekuatan yang besar terhadap beban roda sebesar 12,1 kg, serta menjaga stabilitas dan ketahanan sistem saat digunakan secara berulang. Analisis tekanan kerja dan faktor keamanan (3) memastikan alat dapat mengangkat roda 12,1 kg dengan stabil, memungkinkan satu teknisi mengoperasikan alat dengan aman, cepat, dan ergonomis.



Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Gambar 6. Dongkrak Hidrolik

Penentuan ukuran struktur alat bantu untuk perakitan roda pesawat King Air 200 dan 350i dilakukan berdasarkan kebutuhan yang berisi ukuran dari setiap komponen utama, seperti tinggi rangka, panjang batang horizontal, diameter penahan roda, dan ukuran kaki rangka, sehingga menjadi referensi penting dalam proses visualisasi dan analisis struktur. Dimensi yang ditentukan disesuaikan agar alat dapat digunakan dengan nyaman dan efisien dalam lingkungan BBKFP. Beban tertinggi dari roda yang mencapai 12,1 kg diubah menjadi gaya tekan sebesar 118,58 N, dan angka ini menjadi acuan dalam semua tahap perhitungan kekuatan struktur. Gaya itu selanjutnya dianalisis penyebarannya ke elemen penopang seperti batang silang, kaki rangka, dan batang horizontal atas. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tegangan tekan dan lentur yang terjadi masih jauh di bawah batas tegangan yang diizinkan untuk material galvanis, sehingga dapat disimpulkan bahwa struktur alat memiliki kapasitas kekuatan yang cukup.

Selain itu, evaluasi terhadap kestabilan struktur menunjukkan bahwa kaki rangka terlindungi dari potensi buckling. Hal ini terbukti melalui penghitungan radius girasi dan tegangan kritis dengan pendekatan rumus Euler, yang menghasilkan nilai jauh lebih besar dibandingkan dengan tegangan kerja yang sesungguhnya. Sistem hidrolik yang digunakan, memiliki kapasitas dongkrak 2-ton dan diameter piston 2,5 cm, juga telah dianalisis secara teknis dan dinyatakan mampu menghasilkan tekanan kerja sebesar 1341,4 psi dengan faktor keamanan sebesar 3.

Berdasarkan keseluruhan proses desain, mulai dari penentuan dimensi hingga analisis kekuatan struktur menggunakan pendekatan mekanika teknik, dapat disimpulkan bahwa desain alat bantu ini telah memenuhi standar kekuatan, stabilitas, dan keselamatan kerja. Rancangan ini disusun secara terstruktur mengikuti prinsip metode VDI 2221, terutama pada tahap Embodiment Design dan Detail Design, sehingga alat dianggap pantas untuk diterapkan dalam kegiatan pemeliharaan pesawat di lingkungan BBKFP.

Rekapitulasi Perhitungan

Dari hasil yang ada, berikut merupakan hasil dari rekapitulasi perhitungan yang ditunjukkan ke dalam **Error! Reference source not found. 4**.

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan

No	Block Rancangan	Parameter	Hasil
1	Beban yang diterima	Massa yang diterima dikalikan dengan gravitasi	$12,1 \text{ kg} \times 9,8 = 118,58 \text{ N}$
2	Distribusi Gaya pada 4 kaki meja	Gaya total dibagi jumlah batang	$118,58 \text{ N} / 4 = 29,645 \text{ N}$
3	Tegangan yang diterima besi silang rangka bawah	Gaya per batang dibagi luas penampang	$29,645 \text{ N} / 3,04 \text{ cm}^2 = 9,75 \text{ N/cm}^2$
4	Analisa terjadinya risiko buckling pada rangka bawah	Perbandingan L / K_r pada rumus Euler	$\sigma_{kritis} = 6.779 \text{ N/cm}^2$
5	Tegangan Lentur pada Rangka Atas	Momen lentur $\times$ jarak serat / inersia	$\sigma = \frac{3.777,4}{7,34}$ $\sigma = 514,5 \text{ N/cm}^2$
6	Beban Rencana dengan Faktor Keamanan	<i>Safety factor</i> dikali beban kerja	$2 \times 12,1 \text{ kg} = 24,2 \text{ kg}$
7	Beban Hidrolik Total	(Berat roda + penopang) $\times g \times SF$	$(12,1 + 3,35) \times 9,8 \times 3 = 454,23 \text{ N}$
8	Faktor Keamanan	Tegangan ijin dibagi tegangan kerja	$280 \text{ Mpa} / 14,94 \text{ Mpa} = 18,75$

Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Setelah perhitungan dilakukan, dapat disimpulkan bahwa beban maksimum berada dalam batas aman untuk struktur alat. Gaya terbagi merata pada empat kaki meja sehingga setiap batang menerima beban yang masih aman. Tegangan pada besi silang rangka bawah jauh di bawah batas material sehingga aman dari deformasi, dan analisis risiko buckling menunjukkan nilai kritis lebih tinggi dibanding tegangan kerja, menjamin keamanan struktur. Tegangan lentur pada rangka atas juga masih jauh dari batas ijin, menandakan struktur tetap aman. Beban rencana dikalikan faktor keamanan menunjukkan pendekatan konservatif, sedangkan perhitungan beban hidrolik total mempertimbangkan berat roda, penopang, dan faktor keamanan. Faktor keamanan tinggi (18,75) memastikan alat dapat bekerja tanpa risiko kegagalan.

Interpretasi

Setelah melewati beberapa tahapan perencanaan seperti pengelompokan tugas, pembuatan konsep, desain bentuk, hingga desain detail alat bantu pemasangan ban dan roda, serta melakukan proses produksi dan uji coba langsung di lapangan, pada bagian ini akan dilakukan penjelasan terhadap hasil yang telah diperoleh. Penjelasan ini bertujuan untuk mengevaluasi seberapa baik alat yang sudah dibuat mampu memenuhi tujuan perencanaan yang telah ditentukan, baik dari segi bentuk fisik, kemampuan berfungsi, maupun efisiensi penggunaan.

Tabel 5. Evaluasi Hasil Pengoperasian

No	Parameter	Hasil*	Keterangan
1.	Sesuai Fungsi Keseluruhan dan Sesuai Keinginan Perancang		
	- Hidrolik mampu mengangkat roda	√	
	- Penampang roda mampu menopang roda dengan baik	√	

No	Parameter	Hasil*	Keterangan
	- Tidak memerlukan kemampuan khusus	√	
2.	Daftar Kehendak		
	- Ergonomi	√	
	- Aman dan mudah digunakan	√	
3.	Biaya	√	Biaya untuk produksi alat sedikit melebihi target
4.	Memenuhi Faktor Keamanan	√	- adanya penggunaan sistem pengunci seperti pin lock dalam <i>adjustment</i> penahan roda bagian atas - menggunakan sistem hidrolik dalam pelaksanaan operasionalnya
5.	Dapat di Realisasikan dengan Mudah	√	- ketersediaan material - kesederhanaan dalam pembuatan - sudah diuji langsung di BBKFP

Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Hasil Uji Alat

Dalam pembuktian produk hasil rancangan terhadap efektivitas dan efisiensi dilakukan pengujian alat sebagai berikut:

1. Evaluasi Efektivitas Rancangan Alat

Dalam penelitian ini dilakukannya evaluasi guna untuk mengukur alat bantu yang diancang, dengan membandingkan alat sebelumnya. Fokus evaluasi terdiri dari berbagai aspek seperti, efisiensi jumlah personel, efisiensi waktu instalasi *wheel*, ergonomi posisi kerja dan keselamatan kerja yang lebih baik.

2. Perbandingan Efektivitas dan Efisiensi

Dari pengujian alat yang dilakukan, pada Tabel 6 menunjukkan bahwa alat bantu *wheel and tire assembly* untuk pesawat King Air 200 dan King Air 350 bisa berfungsi dalam proses pemasangan *wheel and tire* dengan berat 12,1 kg.

Tabel 6. Hasil Perbandingan

No	Parameter Uji Fungsi	Alat sebelumnya	Alat baru
1.	Jumlah personel	4 orang	1 orang
2	Terjadi <i>scratch</i> pada wheel	Tinggi	Rendah
3	Durasi instalasi	18.33 menit	7.28 menit
5	Sistem penekan	Manual	Sistem hidrolik
6	Efektivitas ergonomi	Kurang ergonomi	Ergonomis
7	Kemudahan pengoperasian	Memerlukan alat bantu tambahan	Tidak perlu keahlian khusus
8	Tingkat keselamatan kerja	Rendah	Tinggi

Sumber: Data Penelitian Penulis (2025).

Alat baru memungkinkan satu teknisi mengoperasikan sistem hidrolik, membuat proses pemasangan lebih stabil dan cepat dibanding alat sebelumnya yang memerlukan empat personel. Bantalan karet mencegah gesekan metal-to-metal sehingga risiko *scratch* berkurang. Durasi instalasi menurun signifikan menjadi 7,28 menit berkat meja dengan besi selongsong pelurus lubang bolt. Sistem hidrolik dengan tuas memberikan tekanan terkendali, mendukung postur kerja ergonomis (tinggi meja disesuaikan 100 cm sesuai antropometri teknisi). Keselamatan kerja meningkat karena sistem lebih aman, penahan fleksibel, dan pengoperasian hanya oleh sedikit personel.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perancangan, pembuatan, dan pengujian alat bantu *wheel and tire assembly* untuk pesawat King Air 200 dan 350i di BBKFP menggunakan metode VDI 2221, dapat disimpulkan bahwa alat yang dihasilkan efektif, efisien, dan aman. Konsep alat ditentukan melalui tahapan VDI 2221 mulai dari klarifikasi tugas hingga pemilihan alternatif desain, dengan Variasi 1 dipilih karena memenuhi aspek fungsional, teknis,

serta kondisi operasional di BBKFP. Rangka atas, rangka bawah, dan sistem hidrolik telah dianalisis; tegangan kerja dan beban maksimum masih berada di bawah batas material, sedangkan faktor keamanan sistem hidrolik mencapai 18,75, menjamin stabilitas dan kekuatan alat.

Evaluasi efektivitas menunjukkan alat dapat mengurangi jumlah teknisi dan mempercepat proses pemasangan roda dari 18,33 menit menjadi 7,28 menit, menjaga ergonomi dan keselamatan kerja. Meski ada kekurangan seperti kemiringan penahan atas dan ketidaksejajaran sumbu roda, alat tetap dapat berfungsi dengan penyesuaian manual. Perbandingan dengan alat lama menegaskan peningkatan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan operasional. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah peningkatan efisiensi kerja teknisi BBKFP dalam instalasi wheel and tire, mengurangi risiko human error, dan meningkatkan keselamatan. Penelitian selanjutnya dapat fokus pada peningkatan presisi sumbu roda dan penyempurnaan kemiringan penahan atas untuk operasional yang lebih optimal.

DAFTAR REFERENSI

- Civil Aviation Safety Authority. (2024). *Airworthiness bulletin*. Civil Aviation Safety Authority.
- Lee, A., Wu, S., & Aouad, G. (2006). *Constructing the future: nD modelling*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203967461>
- Rega, S. J., Rohman, T., Ishlah, N. W., & Subekti, S. (2024). Application of the VDI 2221 method in the design of an air-to-water converter device. *JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 5(2), 280–291. <https://doi.org/10.37373/jttm.v5i2.1126>
- Agustian, E. S. (2023). Kajian maintenance pesawat penumpang di Indonesia. *Jurnal Teknik Silitek*, 3(1).