

Pembuatan Trailer Jetski Menggunakan Metode *Reverse Engineering* dan *Conceive Design Implement Operate*

Herry Syaifullah¹, Indra Setiawan^{2*}, Albertus Aan Dian¹, Martinus Chorda¹, Rahayu Budi Prahara², Andreas Edi Widyartono³, Agung Purwoko³

¹ Pembuatan Peralatan Perkakas Produksi, Politeknik Astra

² Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Astra

³ Mesin Otomotif, Politeknik Astra

Email: indra.setiawan.2022@gmail.com*

Abstrak

Dewasa ini pertumbuhan jetski di Indonesia telah meningkat secara signifikan. Dengan tingginya populasi jetski di Indonesia, diperlukan trailer jetski sebagai mobilitas transportasi darat. Kebutuhan trailer jetski ini belum diimbangi adanya produsen trailer jetski yang dapat mengembangkan produk sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Saat ini, trailer jetski didatangkan impor dengan memakan waktu yang cukup lama yakni satu bulan pengiriman, produk yang mudah karat (tingkat *reject* 10 %) dan harga pengiriman yang mahal. Tujuan penelitian ini adalah melakukan rekayasa balik terhadap desain trailer untuk mencegah kerusakan pada jetski dengan metode *Conceive Design Implement Operate* (CDIO). Rekayasa balik adalah tindakan membongkar suatu objek untuk melihat cara kerjanya. Hal ini dilakukan terutama untuk menganalisis dan memperoleh pengetahuan tentang cara kerja sesuatu tetapi sering kali digunakan untuk menduplikasi atau menyempurnakan objek. Hasil penelitian ini memberikan perbaikan pada posisi *gripper*, memperbesar dimensi *roller* dan mengganti tali sling wang untuk mencegah karat. Secara keseluruhan produk trailer jetski dibuat lebih ringan dan kuat sehingga dapat menahan beban jetski yang sangat berat. Dengan adanya produk lokal jetski dapat memotong lamanya pengiriman menjadi kurang satu bulan.

Kata kunci: Trailer Jetski; *Reverse Engineering*; CDIO

Abstract

Nowadays, jet ski growth in Indonesia has increased significantly. With the high population of jet skis in Indonesia, jet ski trailers are needed as land transportation mobility. The need for jet ski trailers has not been balanced by the existence of jet ski trailer manufacturers who can develop products according to the expected needs. Currently, jet ski trailers are imported by taking a long time, namely one month of delivery, products that are easy to rust (10% reject rate) and expensive shipping prices. The purpose of this study is to reverse engineer the trailer design to prevent damage to the jet ski using the Conceive Design Implement Operate (CDIO) method. Reverse engineering is the act of dismantling an object to see how it works. This is done primarily to analyze and gain knowledge about how something works but is often used to duplicate or perfect objects. The results of this study provide improvements to the gripper position, enlarge the roller dimensions and replace the sling wang rope to prevent rust. Overall, the jet ski trailer product is made lighter and stronger so that it can withstand very heavy jet ski loads. With the presence of local jet ski products, shipping times can be reduced to less than one month.

Keywords: Trailer Jetski; *Reverse Engineering*; CDIO

PENDAHULUAN

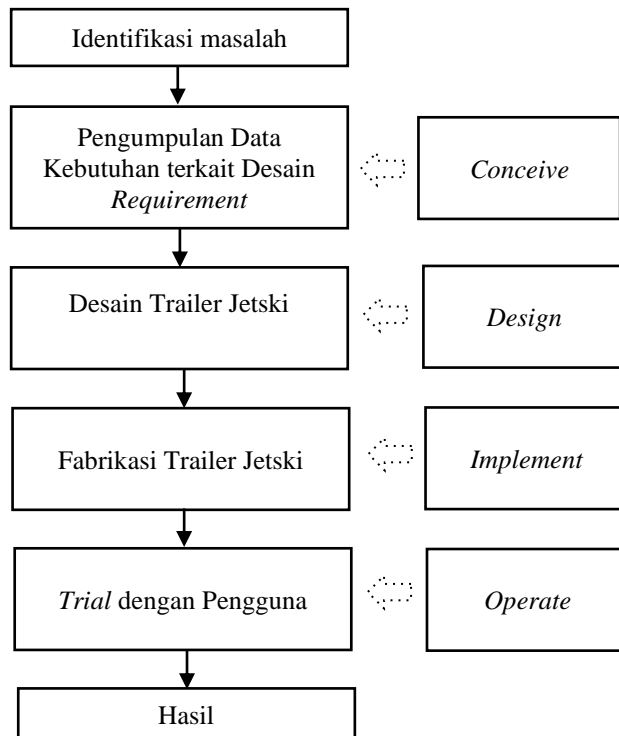
Perkembangan industri pariwisata saat ini tumbuh signifikan, khususnya industri *sport tourism* (Dari et al., 2022; Isnaini & Hasbi, 2020). PT. Andalan Maritim Indonesia (AMINDO) merupakan perusahaan *Authorized* distributor BRP di Indonesia, Malaysia dan Mongolia untuk penjualan aneka kendaraan *sport tourism* dengan merk Seadoo, Evinrude dan Can-am. Seadoo merupakan merek produk kendaraan jetski yang merupakan *market leader* dalam hal penjualannya di Indonesia. Saat ini tercatat lebih dari 2500-unit terjual dalam periode 2013-2022. Dengan tingginya populasi jetski di Indonesia, diperlukan trailer jetski sebagai alat transportasi darat. Pentingnya trailer jetski ini belum diimbangi adanya produsen trailer jetski yang dapat mengembangkan produk sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Trailer jetski merupakan kendaraan beroda tiga, empat atau lima yang dikhususkan mengangkut jetski untuk melewati medan sulit seperti bebatuan, tanjakan, dan jalan terjal (Prasetyo et al., 2014). Trailer jetski yang digunakan merupakan barang impor yang memiliki beberapa permasalahan yaitu proses pengiriman yang lama, biaya pengiriman yang tinggi dan unit yang belum baik. Unit trailer jetski saat ini memiliki masalah pada bagian penumpu yang masih menggunakan kayu sehingga menyebabkan *body* jetski rusak menyebabkan tingkat *reject* sebesar 10%. Selain itu material yang mudah karat akibat air laut serta sistem elektrik yang belum *waterproof*. Harga impor lebih mahal 30%. Jika didatangkan impor, waktu pengiriman produk impor lebih lama satu bulan, *frame* trailer yang mudah berkarat, dimensi *frame* yang besar sehingga volume pengiriman dan biaya pengiriman semakin mahal.

Berdasarkan beberapa permasalahan tersebut perlu dilakukan perbaikan untuk menciptakan produk jetski yang optimal. *Reverse Engineering* diperlukan untuk mengatasi masalah tersebut (Budipurwanto & Soediantono, 2022; Gosal et al., 2023). Berdasarkan penelitian (Furqon et al., 2021) bahwa dengan metode *Reverse Engineering* dapat memasok uap panas pada mesin *Double Drum Dryer*. Penelitian (Arisiah et al., 2023) *Reverse Engineering* dapat menghasilkan arang sebagai karbon aktif dengan kualitas yang baik untuk digunakan sebagai briket. Penelitian (Saputra, 2023) bahwa dengan *Reserve Engineering*, perancangan pisau pengupas usulan tersebut memberi dampak kepada operator.

Reserve Engineering atau disebut Rekayasa balik adalah tindakan membongkar suatu objek untuk melihat cara kerjanya (Tjandra et al., 2012; Lamablawa & Aritonang, 2023; Mirna, Jaya A. H, 2023). Hal ini dilakukan terutama untuk menganalisis dan memperoleh pengetahuan tentang cara kerja sesuatu tetapi sering kali digunakan untuk menduplikasi atau menyempurnakan objek (Dwinandana, 2022; Firdaus, 2016). Tujuan penelitian ini adalah melakukan rekayasa balik terhadap *design* trailer untuk mencegah kerusakan pada jetski dengan metode *Reserve Engineering* dan *Conceive Design Implement Operate* (CDIO).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tahapan yang sistematis agar pelaksanaannya terukur dan terkendali. Mekanisme pelaksanaan penelitian ini menggunakan metode CDIO (Fitrianingrum et al., 2023; Prawiyogi et al., 2021). Fokus metode CDIO pada desain ulang produk trailer jetski lokal untuk mengatasi beberapa masalah *part* mudah karat, bentuk yang lebih besar dan lain-lain. Tahapan CDIO dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian dengan Metode CDIO

Metode CDIO dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. *Conceive*, merupakan tahapan awal untuk memahami kebutuhan dalam mendesain suatu produk. Tahap ini, *Conceiving* merupakan kegiatan untuk mendapatkan data awal kebutuhan desain trailer jetski yang diinginkan industri. Adapun kebutuhannya sebagai berikut:

- a. Kebutuhan unit produk trailer jetski adalah 15 unit per bulan.
- b. Perlu dilakukan material pengganti untuk penopang *body* jetski yang semula menggunakan kayu.
- c. Adanya kebutuhan untuk membuat sistem elektrikal yang *waterproof* agar sistemnya tidak mudah rusak.
- d. Material rangka harus tahan terhadap korosi air laut.
- e. Perlu pengembangan untuk rangka trailer jetski dapat dikemas secara ringkas pada saat pengiriman ke luar pulau ataupun ekspor.

2. *Design*, merupakan tahapan untuk dilakukan analisis berdasarkan data *design requirement* yang ditetapkan. Melakukan proses pembuatan beberapa konsep desain dan penilaian konsep serta melakukan penentuan desain produk trailer jetski. Selain itu, dilakukan pengesahan terhadap gambar kerja untuk proses produksi.

3. *Implement*, merupakan tahapan dalam melakukan proses pembuatan unit trailer jetski sesuai konsep desain yang dipilih. Tahapan ini, dilakukan kontrol perencanaan proses (PPC), pembuatan *Bill of Material* (BOM) dan *Bill of Tools* (BOT) serta pemilihan proses. Setelah itu dilakukan proses produksi setiap bagian unit trailer jetski baik proses pemesinan, proses fabrikasi, maupun proses perakitan, serta proses *quality control* terkait kesesuaian tuntutan gambar kerja.

4. *Operate*, pada tahapan akhir ini dilakukan pengujian *loading* dan *unloading* unit jetski pada trailer jetski, pengujian kelayakan jalan pada jalan umum, dan pengujian durabilitas pada kondisi air laut. Setelah itu dilakukan evaluasi untuk standarisasi produk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Reverse Engineering Produk Trailer Jetski

1. *Conceive*

Kegiatan ini merupakan tahapan awal dalam mendapatkan data produk trailer jetski yang ada dipasaran yang dimiliki oleh PT. Andalan maritim Indonesia (BRP Indonesia). PT. Andalan maritim Indonesia (BRP Indonesia) mengirimkan 1 unit produk trailer jetski sebagai langkah awal pelaksanaan *Problem Identification Corrective Action* (PICA).

Setelah produk diterima, selanjutnya dilakukan pengukuran dimensi, identifikasi material dan pendataan beberapa *part* trailer jetski yang merupakan part standar. Data luaran yang dihasilkan adalah berupa gambar teknik (*technical drawing*) hasil proses analisis data dan pemilihan konsep desain yang sesuai dengan *design requirement* yang telah disepakati. Serta data *bill of material* yang menjadi dasar dalam pengadaan barang untuk proses pembuatan *prototype*/purwarupa unit trailer jetski.

2. *Design*

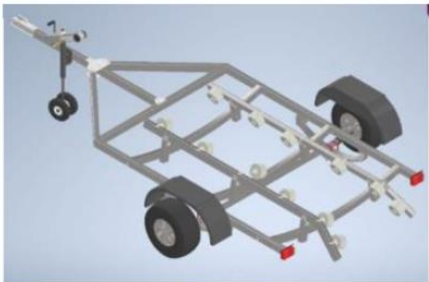
1. *Design requirement*:


- a. Produk Trailer Jetski harus ringan dan kuat sehingga, dapat menahan beban jetski berdimensi 331.8 x 125 x 113.7 cm dan berbobot 335 kg.
- b. Produk Trailer Jetski harus mampu bertahan di lingkungan yang memiliki tingkat korosi tinggi, untuk mencegah terjadinya karat dan keropos.
- c. Produk harus bisa dioperasikan dimanapun mulai dari jalan raya, pasir, lumpur,dll dengan *safety* yang telah ditentukan.
- d. Produk harus dapat mengangkut jetski dengan aman saat proses transportasi.

2. Desain konsep

Berdasarkan *design requirement* yang telah disepakati dan data hasil pengukuran unit produk trailer jetski, kemudian melakukan perancangan dengan menghasilkan 2 konsep desain seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Desain 1 & 2

		Desain 1	
Foto	Aspek	Keterangan	
	Sistem <i>assembly</i>	Menggunakan penyambungan <i>full</i> menggunakan las.	
	Material	Baja (Rata-rata material yang digunakan Hollow 60x60x3).	
	Ketahanan	Lebih kuat dalam menopang beban yang besar karena menggunakan penyambungan las.	
	Desain bentuk	Kurang menarik dalam bentuk desainnya, karena terlihat kotak tanpa ada variasi, tidak ada pijakan kaki, tidak ada <i>cover</i> lampu, memerlukan area yang luas untuk mengangkut trailer jetskinya karena penyambungan di las.	
	Biaya	Relative mahal karena penggunaan penyambungan las yang memerlukan biaya mesin las yang lama.	
	Jumlah roda <i>roller</i>	Terdapat 12 roda <i>roller</i> .	

Desain 1		
Foto	Aspek	Keterangan
	Dimensi total	4300 mm x 1850 mm x 800 mm.
	Perawatan	Jika terjadi kerusakan pada sambungan las, perbaikannya bisa sulit dan memerlukan keahlian khusus.
Desain 2		
Foto	Aspek	Keterangan
	Sistem <i>assembly</i>	Metode penyambungan menggunakan sistem <i>knock down</i> (Mur dan Baut).
	Material	Baja (Rata-rata material yang digunakan Hollow 60x60x3).
	Ketahanan	Dibanding dengan metode las, sistem <i>knock down</i> lebih cenderung memiliki kekuatan yang lebih rendah.
	Desain bentuk	Lebih kompleks, terlihat simple dari desain 1, dan yang pasti lebih ringan, lebih mudah dibawa/dikemas, jika ada kerusakan bisa mudah diperbaiki.
	Biaya	Dalam beberapa kasus, biaya awal untuk menggunakan baut dapat lebih rendah daripada metode las. Biaya keseluruhan lebih mahal, namun lebih bermanfaat dan awet karena menggunakan sistem <i>knock down</i> sehingga mudah diperbaiki.
	Jumlah roda <i>roller</i>	Terdapat 18 roda <i>roller</i> dengan material <i>polyuretane</i> .
	Dimensi total	4585 mm x 1590 mm x 900 mm
	Perawatan	Jika ada masalah dengan sambungan, baut dapat dengan mudah dilepas dan diganti tanpa merusak material sekitarnya.

Berdasarkan hasil desain 1 dan 2 kemudian dilakukan analisis untuk direview dan ditentukan desain terpilih yang akan dilakukan fabrikasi. Pemilihan desain terbaik dengan mempertimbangkan beberapa aspek dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemilihan Desain Optimal

No	Parameter	Desain 1	Desain 2
1	Sistem <i>Assembly</i>		√
2	Material	√	√
3	Ketahanan		√
4	Desain Produk	√	√
5	Biaya Material	√	√
6	Jumlah Roda <i>Roller</i>	√	√
7	Dimensi Total	√	√
8	Tingkat Perawatan		√

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa desain 2 mendapatkan *judgement* terbanyak sehingga perlu dilakukan fabrikasi. Penentuan ini melibatkan seluruh *stakeholder* termasuk pengguna sehingga didapatkan kebutuhan yang optimal. Berdasarkan

pertimbangan desain yang ada, desain rangka menggunakan sistem *knock down* sehingga lebih mudah dan simpel untuk diangkut ke suatu tempat karena desain dua dapat dilepas dan dipasang kembali, sehingga tidak memerlukan area yang luas buat menyimpannya dan pengiriman yang lebih ringkas.

- Adapun data luaran terkait gambar teknik (*technical drawing*) desain trailer jetski yang dipilih serta *Bill Of Material* (BOM) dan *bill of tools* (BOT) yang dibutuhkan terlampir pada lampiran.

3. Implement

- Pembuatan produk dan alat bantu produksi skala terbatas trailer jetski

Pembuatan produk trailer jetski dilakukan di Politeknik Astra dengan menggunakan fasilitas yang ada oleh kelompok mahasiswa dan dipimpin oleh Dosen selaku manajer proyek sesuai Rencana Pelaksanaan Proyek (RPP). Pembuatan unit trailer jetski merupakan salah satu *Project-Based Learning* (PBL) yang dilakukan oleh mahasiswa dengan target membuat 1 unit *prototype* awal trailer jetski dalam satu periode awal dimulai pada bulan Maret-Agustus 2023. Luaran PBL ini adalah 1 unit trailer jetski yang dimulai dari kegiatan awal *reverse engineer* produk trailer jetski sampai dengan *trial* unit seperti ditunjukkan pada Tabel 3 *activity plan* sebagai berikut

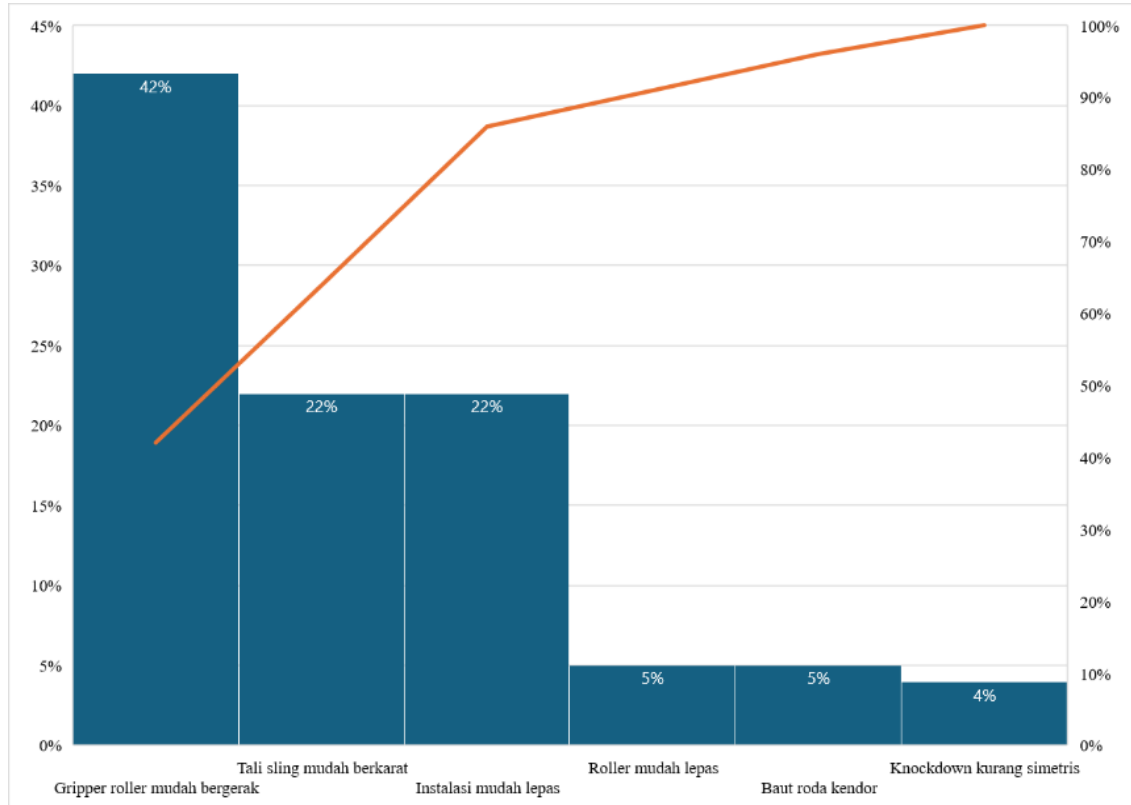
Tabel 3. Activity Plan

No	Activity	Status	Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Reverse Engineer	Plan	█	█																						
		Actual	█	█																						
2	Validasi Gambar	Plan		█	█	█																				
		Actual		█	█	█																				
3	Scheduling	Plan																								
		Actual																								
4	PP Raw Material, Standard Part and Tools	Plan																								
		Actual																								
5	Raw Material Ready	Plan																								
		Actual																								
6	Standard Part and Tools R	Plan																								
		Actual																								
7	Machinic Process	Plan																								
		Actual																								
8	QC Part	Plan																								
		Actual																								
9	Repair Product	Plan																								
		Actual																								
10	Painting Process	Plan																								
		Actual																								
11	Assy Product	Plan																								
		Actual																								
12	Trial and Final QCC	Plan																								
		Actual																								

Adapun capaian PBL sampai dengan Agustus 2023 seperti tergambar pada beberapa foto dibawah ini adalah berhasil membuat 1 unit trailer jetski dengan data lengkap tertuang pada laporan akhir PBL kelompok projek trailer jetski.

4. Operate

Proses *trial* unit trailer jetski dilakukan dengan melakukan pembebanan langsung unit jetski yang ada di PT. Andalan Maritim Indonesia pada tanggal 4 agustus 2023. Adapun hasil *trial* masih terdapat beberapa kendala dengan identifikasi masalah seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



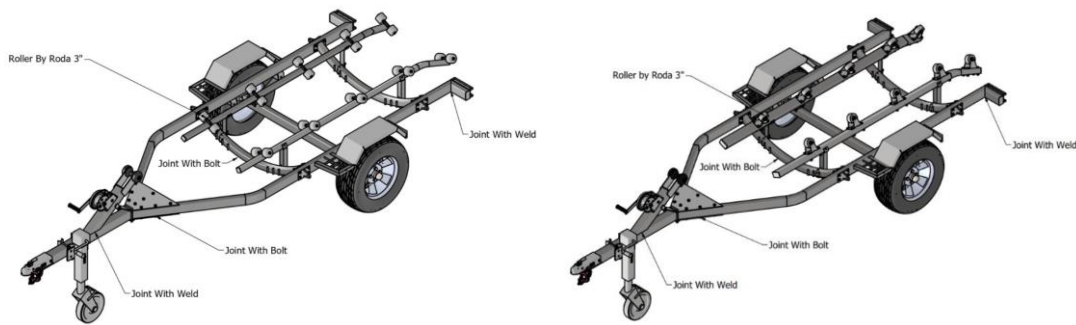
Gambar 2. Diagram Pareto dari Permasalahan

Berdasarkan masalah pada diagram pareto kemudian dilakukan *improvement* dengan *Problem Identification & Corrective Action* (PICA) untuk meningkatkan fungsi trailer jetski. Perbaikan permasalahan fokus dengan prinsip pareto 80:20 yang mana akan dilakukan perbaikan pada 3 terbesar. Hasil PICA dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. PICA

No	Identifikasi Masalah	Solusi Perbaikan
1	<i>Gripper roller frame</i> bergerak saat diberikan beban	Memperbaiki ulang posisi <i>gripper</i> dan dilakukan tes ulang dengan penggantian part <i>U-bol</i>
2	Jarak lambung jetski dengan baut <i>roller</i> terlalu kecil	Memperbesar dimensi <i>roller</i> dan menambah jumlah <i>roller</i> kedepannya
3	Tali sling yang sering digunakan rawat karat	Mengganti tali sling dengan <i>webbing</i> kain kedepannya

Selanjutnya berdasarkan PICA dilakukan evaluasi desain dan melakukan perbaikan sebagai upaya *problem solving*. Dengan desain yang baru diharapkan dapat memperbaiki fungsi trailer jetski dan sebagai perbandingan untuk nantinya dijadikan acuan penentuan produk yang diharapkan sesuai kebutuhan PT. Andalan Maritim Indonesia. Desain trailer jetski seperti pada Gambar 3 merupakan desain untuk unit *prototype* ke 2 dan ke 3 sebagai perbandingan dan pemenuhan target luaran sebanyak 3 unit.



Gambar 3. Desain Trailer Jetski untuk *prototype* ke 2 dan 3

Berikut ini merupakan hasil pembuatan trailer trailer jetski untuk *prototype* ke 2 dan 3 yang telah dibuat dan dilakukan *trial* pembebanan langsung menggunakan unit jetski di lokasi fasilitas PT. Andalan Maritim Indonesia pada bulan Desember 2023.

Pembahasan

Hasil penelitian ini memberikan desain yang lebih optimal dimana trailer harus dapat mengangkut jetski dengan aman saat proses transportasi, lebih mudah dalam menaikkan jetski ke atas trailer dikarenakan posisi *roller* yang ideal. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Rahmah et al., 2023), bahwa rancangan desain troli menggunakan metode *Reverse Engineering* dengan konsep yang terpilih adalah konsep 4 dengan komponen penyusun yang sesuai *need statement*. Komponen tanpa ditumpuk dan menggunakan pengaman karet untuk melindungi komponen, sehingga perusahaan dapat melakukan proses material *handling* yang efektif tanpa merusak kualitas produk.

PENUTUP

Metode *reverse engineering* dapat disimpulkan sangat membantu dalam proses perancangan ulang trailer jetski. Berdasarkan evaluasi diketahui desain awal masih kurang optimal. Jarak lambung jetski dengan *roller* terlalu tinggi sehingga perlu penambahan roller untuk memudahkan jetski masuk dalam trailer. Perubahan pada jenis tali sling wang dikarenakan mudah karat. Secara keseluruhan produk trailer jetski dibuat lebih ringan dan kuat sehingga dapat menahan beban jetski yang sangat bervariasi diatas 150 kg. Untuk penelitian selanjutnya perlu peningkatan dengan menyempurnakan desain produk trailer jetski yang dapat diterima oleh mitra industri terkait fungsi dan nilai ekonomisnya. Penyempurnaan desain dapat dilakukan dengan melakukan pemilihan material ringan namun durabilitas yang baik, bentuk *part* komponen disederhanakan sehingga memudahkan proses dan waktu pengerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arisiah, M. A., Kusnat, A., & Caesaron, D. (2023). Penerapan Reverse Engineering Dan Simulasi Dalam Perancangan Drum Ponton Untuk Pembakaran Tempurung Kelapa. *EProceedings of Engineering*, 10(2), 891–895.
- Budipurwanto, I. I., & Soediantono, D. (2022). Efektivitas Strategi Reverse Engineering Industri Pertahanan Nasional Guna Modernisasi Alutsista. *Jurnal Kewarganegaraan*, 6(3), 4736–4742. <http://journal.upy.ac.id/index.php/pkn/article/view/3788>
- Dari, S. W., Prabowo, A., & Raibowo, S. (2022). Potensi Perkembangan Pariwisata

- Olahraga (Sport Tourism) Di Kecamatan Enggano, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu. *SPORT GYMNASTICS : Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani*, 3(2), 288–300. <https://doi.org/10.33369/gymnastics.v3i2.21548>
- Dwinandana, T. A. (2022). Peran aktivitas Reverse Engineering pada Jurusan Teknik dan Desain di Perguruan Tinggi. *Productum: Jurnal Desain Produk (Pengetahuan Dan Perancangan Produk)*, 5(2), 101–106. <https://doi.org/10.24821/productum.v5i2.7749>
- Firdaus, N. (2016). Reverse Engineering: Mechanical Parts. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(2), 72–79. <https://doi.org/10.21063/JTM.2016.V6.72-79>
- Fitrianingrum, A. M., Tulandi, D. A., Lolowang, J., & Silangen, P. M. (2023). Implementasi Project Based Learning Menggunakan Aplikasi Tracker pada Gerak Dua Dimensi. *SCIENING : Science Learning Journal*, 4(1), 31–37. <https://doi.org/10.53682/slj.v4i1.6618>
- Furqon, M., Rahayuningtyas, A., Hidayat, D. D., & M, Y. Y. (2021). Implementasi Reverse Engineering Pada Rancang Bangun Prototipe Rotary Joint Untuk Memasok Uap Panas Pada Mesin Double Drum Dryer. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(2), 242–256.
- Gosal, M., Daywin, F. J., & Adiarto. (2023). Perancangan Alat Angkut Kasur Dengan Menggunakan Metode Reverse Engineering Dan VDI 2221 (Studi Kasus: PT. XYZ). *Jurnal Mitra Teknik Industri*, 2(2), 201–209.
- Isnaini, L. M. Y., & Hasbi, H. (2020). Peran Sport Tourism Dalam Pengembangan Ekonomi di NTB. *Jurnal Lembing PJKR*, 4(2), 27–32. <https://unu-ntb.e-journal.id/lembing/article/view/13>
- Lamablawa, F., & Aritonang, S. (2023). Literature Review : Jenis Kendaraan Tempur Produk Rekayasa Balik Yang Terdapat Di Indonesia. *Journal of Mechanical Engineering Learning*, 12(1), 1–8.
- Mirna, Jaya .A. H, A. H. W. (2023). Penerapan Metode Reverse Engineering and Redesign Dalam Pembuatan Briket Desa Sibalaya Selatan. *Jurnal Penyuluhan Masyarakat Indonesia*, 2(1), 69–78.
- Prasetyo, T., Musriyadi, T. B., & Jadmiko, E. (2014). Perencanaan Jetski Ampibi Untuk Kebutuhan Militer (Penggerak Di Darat). *Jurnal Teknik Pomits*, 3(1), 80–84.
- Prawiyogi, A. G., Anwar, A. S., Yusup, M., Lutfiani, N., & Ramadhan, T. (2021). Pengembangan Program Studi Bisnis Digital bagi Pengusaha dengan Perangkat Lunak Lean. *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*, 2(2), 52–59. <https://doi.org/10.34306/abdi.v2i2.563>
- Rahmah, N., Lubis, M. Y., & Safrudin, Y. N. (2023). Perancangan Trolley Menggunakan Metode Reverse Engineering pada Produksi Komponen Panel Exterior D-Nose Ifle di PT . XYZ. *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 6(4), 1377–1386.
- Saputra, A. (2023). Perancangan Pisau Pengupas Kulit Ari Kelapa Menggunakan Metode Reverse Engineering. *E-Proceeding of Engineering*, 10(5), 4671–4680.
- Tjandra, S., Fang, K. L., & Suteja, T. J. (2012). Perancangan Ulang Mesin Stuffing Ribbon Pada PT. XYZ Dengan Metode Reverse Engineering. *Jurnal IPTEK*, 16(1), 40–54.