

***REDESIGN PROJECT* PRAKTIKUM TERINTEGRASI
PERANCANGAN TEKNIK INDUSTRI I**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik**

Oleh:

NOVSA BILLAL IQBAL

D 600 180 080

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

***REDESIGN PROJECT* PRAKTIKUM TERINTEGRASI PERANCANGAN TEKNIK INDUSTRI I**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:



NOVSA BILLAL IQBAL
D 600.180.080

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



(Ir. Ratnanto Fitriadi, S.T., M.T.)
NIK. 889

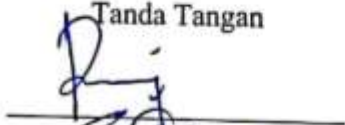
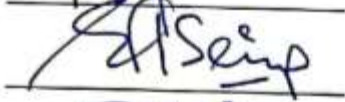
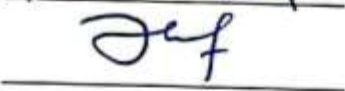
HALAMAN PENGESAHAN

**REDESIGN PROJECT PRAKTIKUM TERINTEGRASI
PERANCANGAN TEKNIK INDUSTRI I**

Oleh:
NOVSA BILLAL IQBAL
D 600.180.080

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Rabu, 15 Februari 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji

- | | Nama | Tanda Tangan |
|----|---|--|
| 1. | Ir. Ratnanto Fitriadi, ST., M.T.
(Ketua Dewan Penguji) |  |
| 2. | Eko Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.
(Anggota I Dewan Penguji) |  |
| 3. | Ir. Hafidh Munawir, S.T., M.Eng.
(Anggota II Dewan Penguji) |  |


Dekan,

Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIDN. 0603027401

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 15 Februari 2023

Penulis



Novsa Billa Iqbal

REDESIGN PROJECT PRAKTIKUM TERINTEGRASI PERANCANGAN TEKNIK INDUSTRI I

Abstrak

Praktikum Terintegrasi PTI I adalah mata kuliah *capstone design* berupa *project* berkelompok yang menghasilkan produk *prototype* mobil yang materialnya *PVC block* dan beberapa part materialnya kayu meranti, penggunaan material tersebut sudah berjalan selama 4 periode praktikum. Dalam kurun waktu itu teridentifikasi evaluasi-evaluasi yang serupa tiap periodenya. Diperoleh 4 aspek sebagai fokus perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk PTI I yaitu *raw material*, desain, proses *assembly*, dan proses permesinan. Berdasarkan aspek-aspek tersebut dilakukan *redesign* produk PTI I menggunakan metode *reverse engineering* yang pada salah satu tahapan terdapat *benchmarking*. Penelitian ini menghasilkan keseragaman *raw material* keseluruhan yaitu PVC Foam beserta *size reference* baru dengan ukuran 1200 mm x 800 mm untuk setiap kelompoknya. Batasan desain baru dengan penambahan *allowance* 10 mm pada setiap ukuran, menghasilkan desain part wheel dan gardan yang baru. Penggantian part latch dengan *magnetic catches* pada proses *assembly* akhir guna meminimalisir tegangan serta proses *assembly* hasil akhir yang lebih mudah, aman, dan presisi. Perubahan alur proses permesinan part wheel dan gardan yang dapat meminimalisir *wasting time* dengan waktu permesinan seluruh part wheel selama 43,08 menit dan part gardan selama 6,54 menit. Pada proses *glueing* menghasilkan desain alat bantu untuk memudahkan proses *glueing*. Hasil perancangan ulang kemudian di analisis dengan kuesioner kelayakan produk menghasilkan 97% dengan hasil Setuju dari 14 responden Asisten PTI I 2022. Sehingga dapat disimpulkan hasil *redesign* produk PTI I dapat meningkatkan kualitas produk PTI I pada aspek *raw material*, desain, proses *assembly*, dan proses permesinan serta dapat diterapkan dalam mata kuliah Praktikum PTI I 2023.

Kata Kunci: Proyek, Produk, Mendesain Ulang, *Reverse Engineering*, *Benchmarking*

Abstract

PTI Integrated Practicum 1 is a capstone design course in the form of a group project that produces car prototype products whose material is PVC blocks and some material parts are meranti wood. The use of this material has been running for 4 practicum periods. During that period, similar evaluations were identified for each period. Four aspects were obtained as the focus of improvement to improve the quality of PTI-1 products, namely raw materials, design, assembly processes, and machining processes. Based on these aspects, PTI-1 product redesign was carried out using the reverse engineering method, in which benchmarking was carried out at one of the stages. This research resulted in the uniformity of the overall raw material, namely PVC foam, along with a new reference size of 1200 mm x 800 mm for each group. new design constraints with the addition of 10 mm allowance for each size, resulting in a new wheel and axle part design. replacement of latch parts with magnetic catches in the final assembly process to minimize stress and make the assembly process easier, safer, and more precise. Changes to the machining process flow for wheel and axle parts can reduce time waste, with the machining time for all wheel parts being 43.08 minutes and 6.54 minutes for axle parts. The glueing process produces design tools to facilitate the glueing process. The results of the redesign were

then analyzed with a product feasibility questionnaire, yielding 97% agreeable results from 14 respondents to Assistant PTI I in 2022. So it can be concluded that the results of redesigning PTI I products can improve the quality of PTI I products in the aspects of raw materials, design, assembly processes, and processing machinery and can be applied in PTI I 2023 practicum courses.

Keywords: Project, Product, Redesign, Reverse Engineering, Benchmarking

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini pertumbuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di era revolusi *industry* 4.0 begitu pesat ditandai dengan munculnya berbagai inovasi-inovasi di berbagai bidang secara berkala dan *continue* dalam pembaruan menyesuaikan kebutuhan manusia, dan saat ini telah memasuki era *society* 5.0 yang menuntut manusia untuk hidup berdampingan dengan teknologi serta mampu menguasai dan memanfaatkan teknologi, *impact* yang terjadi tingginya persaingan di berbagai sektor termasuk sektor pendidikan. Perguruan Tinggi menghadapi perubahan yang pesat harus berbasis pada mutu, yang dalam kegiatannya mampu menciptakan sumber daya manusia yang memiliki kualitas dan keunggulan-keunggulan agar dapat bersaing (Indrawan & Widjanarko, 2020). Perguruan Tinggi sebagai salah satu penyedia jasa pendidikan harus mampu memahami peran dan strategi untuk menghilangkan *gap* antara kemajuan teknologi dengan kebutuhan sumber daya manusia (Ramli dkk., 2022). Salah satu bentuk pendekatan sistem pembelajaran yang dapat menjawab tantangan ini yaitu dengan pendekatan sistem pembelajaran yang berbasis pada capaian luaran atau hasil sesuai dengan tujuan program studi yang disebut *Outcome Based Education* (OBE) (Kemendikbud, 2020).

Program Studi Teknik Industri Muhammadiyah Surakarta (UMS) menetapkan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) untuk membangun profil lulusan yang dapat bersaing mengikuti perkembangan teknologi. CPL kemudian diidentifikasi menjadi dasar dalam perencanaan metode pembelajaran dan asesmen sesuai dengan sistem pembelajaran berbasis luaran *Outcome Based Education* (OBE) (Davis, 2003). Upaya tersebut diperkuat dengan telah terakreditasinya Program Studi Teknik Industri UMS yang memperoleh ‘International IABEE General Accreditation’ sejak tahun 2022.

Praktikum Perancangan Teknik Industri I (PTI I) sebagai awal dari empat praktikum terintegrasi yang merupakan salah satu mata kuliah *capstone design* di Program Studi Teknik Industri yaitu mata kuliah atau praktikum yang mewakili keilmuan Teknik Industri secara keseluruhan. Praktikum ini wajib diikuti oleh seluruh mahasiswa

karena luaran dari praktikum yang digunakan sebagai pengukur CPL pada Kurikulum Teknik Industri UMS. Komponen utama pada Praktikum PTI I yaitu desain, material, dan permesinan. Praktikum PTI I memiliki kelebihan yaitu berupa *project* yang menghasilkan suatu produk *prototype* mobil yang *raw material*nya menggunakan *PVC block* dan untuk beberapa *part* menggunakan kayu meranti, *raw material* tersebut akan melalui proses desain hingga permesinan. Namun, seiring berjalannya waktu sebuah *project* disetiap periode akan terdapat evaluasi, sebagai upaya memperbaiki kualitas produk menjadi lebih baik.

Penelitian ini dilakukan untuk memberikan solusi terhadap evaluasi yang didapatkan pada pelaksanaan Praktikum PTI I sebelumnya yang berfokus pada masih terdapatnya perbedaan *raw material* komponen-komponen penyusun dari produk PTI I menyebabkan proses permesinan pada beberapa komponen penyusun terhambat, kekeliruan batas-batas ukuran pada desain menyebabkan bentuk produk yang tidak sesuai dengan acuan, kesulitan dalam proses *assembly* menyebabkan hasil akhir produk PTI I yang tidak presisi, dan kurang efektifnya waktu proses permesinan. Melalui *redesign project* produk Praktikum PTI I yang berfokus pada aspek *raw material*, desain, proses *assembly*, dan proses permesinan dapat menjadi solusi perbaikan guna meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

2. METODE

Penelitian dalam *redesign project* produk praktikum PTI I dalam tahap perancangan pada penelitian ini menggunakan metode *reverse engineering*. *Reverse engineering* merupakan suatu langkah proses meniru produk yang sudah ada untuk digunakan sebagai dasar pembuatan produk baru yang sejenis dengan cara merubah desain, memperkecil kelemahan, dan meningkatkan keunggulan dari produk sebelumnya (Raja V, 2008). Siklus *reverse engineering* meliputi 6 tahapan yaitu *disassembly* produk, *assembling* produk, saran ahli, *benchmarking*, perancangan desain produk baru, dan pembuatan produk.

Prosedur penelitian ini diawali dengan tahap awal penelitian meliputi identifikasi masalah, studi literatur, dan studi lapangan. Pada studi lapangan dilakukan observasi, wawancara, dan *brainstorming*. Wawancara dan *brainstorming* dilakukan dengan ahli terkait yaitu dosen pengampu praktikum, dua asisten praktikum PTI I terdahulu, dan

asisten praktikum PTI I 2022. Tahap berikutnya yaitu tahap perancangan dengan metode *reverse engineering* yang dimulai dengan *disassembly* produk, *assembling* produk, saran ahli, *benchmarking* produk lain yang memiliki komponen dengan prinsip kerja yang sama untuk memperkecil kelemahan produk, perancangan desain produk baru dengan SolidWorks, dan pembuatan produk. Selanjutnya dilakukan *focus group discussion* yang bertujuan menyatukan pandangan ahli terkait yang diperoleh pada tahap awal penelitian dan telah diimplementasikan pada produk PTI I apakah sudah terpenuhi atau tidak. Tahap selanjutnya yaitu melakukan analisis terhadap aspek *raw material*, desain, proses *assembly*, dan proses permesinan. Setelah dilakukan analisis terhadap aspek-aspek dilakukan penyebaran kuesioner kelayakan produk berdasarkan aspek *raw material*, desain, proses *assembly*, dan proses permesinan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian *redesign project* praktikum terintegrasi PTI I berupa produk *prototype* mobil dilakukan melalui tahap-tahap sebagai berikut:

3.1 Tahap Awal Penelitian

Studi pendahuluan dilakukan untuk mempelajari beberapa sumber pembahasan yang berkaitan dengan penelitian serta sebagai acuan dalam mencari data yang dapat menjadi bahan dukungan penelitian. Studi pendahuluan yang peneliti lakukan meliputi studi literatur dan studi lapangan. studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait desain produk, perancangan produk, pengembangan produk, *redesign*, *reverse engineering* dan SolidWorks dari sumber buku, *e-book*, dan jurnal. Sedangkan studi lapangan dilakukan dengan mengidentifikasi evaluasi *project* produk PTI I tahun sebelumnya, mempelajari produk PTI I yang terdahulu, mempelajari produk PTI I saat ini, wawancara dengan dosen pengampu praktikum PTI I, asisten praktikum PTI I 2021 (Sdr. Muhammad Fahmi Rizkiandi), dan asisten praktikum PTI I 2020 (Sdr. Nor Ahmad Sholikhin). Serta asisten praktikum PTI I 2022 melalui *brainstorming*. Hasil wawancara dan *brainstorming* sebagai berikut:

1. Masih terdapat perbedaan *raw material* pada produk PTI I.
2. Masih terdapat kekeliruan dalam memberikan ukuran part chassis.
3. Masih terdapat kekeliruan dalam menentukan batas ukuran desain.
4. Proses *assembly* sukar pada *assembly* akhir

5. Proses *assembly* sukar pada part wheel.
6. Proses *assembly* sukar pada part gardan.
7. Hasil akhir produk kurang presisi.
8. Estetika tampilan produk PTI I kurang dengan part wheel hanya berupa lingkaran polos.
9. Part fender yang masih termasuk part opsional.
10. Stasiun kerja drilling sering terjadi *trouble* saat produksi.

3.2 Tahap Perancangan

Tahap perancangan dilakukan untuk melakukan perancangan dengan pendekatan yang digunakan serta dilakukan pembuatan produk berdasarkan aspek-aspek yang menjadi fokus dalam *redesign project* produk PTI I, berikut merupakan tahapan dalam tahap perancangan.

3.2.1 Reverse Engineering

Kegiatan perancangan *redesign project* produk PTI I menggunakan pendekatan *reverse engineering* yang melalui tahap-tahap sebagai berikut:

1. Disassembly Produk

Pada tahap ini peneliti melakukan pembongkaran produk PTI I yang ada di Laboratorium Teknik Industri untuk mempelajari, menganalisis, dan memahami produk serta mengetahui proses kerja dan part-part penyusun produk. Peneliti menganalisis 4 proses utama dalam *project* produk PTI I yaitu proses desain, pemanfaatan material, proses permesinan, dan proses *assembly*.

2. Assembling Produk

Pada tahap ini peneliti menganalisis kemudahan dan kesulitan dalam pembongkaran, perakitan, serta perakitan kembali part-part penyusun produk PTI I. Kesulitan dalam perakitan terdapat pada perakitan terakhir yaitu Chassis dan Body, serta perakitan untuk part yang materialnya masih menggunakan kayu meranti yaitu wheel dan gardan disebabkan proses permesinan yang kurang tepat.

3. Saran Ahli

Pada tahap ini peneliti mengolah hasil diskusi dengan para ahli terkait produk PTI I, sebagai masukan dalam redesain produk PTI I. Adapun ahli terkait meliputi: dosen pengampu praktikum PTI I, asisten praktikum PTI I 2022, asisten praktikum PTI I 2021 (Sdr. Muhammad Fahmi Rizkiandi), dan asisten praktikum PTI I 2020 (Sdr. Nur

Ahmad Sholikhin). Hasil diskusi melalui wawancara dan *brainstorming* akan disimpulkan menjadi saran ahli dalam perancangan dan pembuatan redesain produk PTI I. Saran ahli termuat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Saran Ahli

No	Aspek	Hasil
1	Raw Material	• Mengubah raw material part gardan dan wheel menggunakan PVC Foam. • Menambah ketebalan raw material PVC Foam dengan perubahan part fender menjadi part wajib.
2	Proses Assembly	• Memastikan kemudahan dalam proses assembly part body dan chassis. • Memastikan kemudahan dalam proses assembly part wheel dan gardan. • Memastikan hasil akhir produk presisi.
3	Desain	• Memastikan batas ukuran desain diperjelas beserta dengan allowance. • Memastikan ukuran part chassis diberi tolak ukur yang jelas. • Menambahkan grafir velg pada part wheel agar sesuai dengan roda mobil yang nyata serta penambahan part fender menjadi part wajib untuk menambah estetika produk.
4	Proses Permesinan	• Penambahan alur proses permesinan part wheel menggunakan mesin CNC untuk meminimalisir trouble pada mesin drilling serta wasting time saat produksi.

4. *Benchmarking*

Pada tahap ini peneliti melakukan *benchmarking* dengan komponen produk lain yang prinsip kerjanya serupa dengan komponen yang ada pada produk PTI I, sebagai solusi perbaikan untuk meminimalisir kelemahan yang ada pada komponen produk PTI I saat ini. Berikut beberapa komponen yang diganti termuat pada Tabel 2 Part Produk PTI I.

Tabel 2. Part Produk PTI I

No	Komponen	Gambar	Aspek Yang Terpenuhi
1	Latch		• Proses Assembly
2	Gardan		• Raw Material • Desain • Proses Assembly • Proses Permesinan
3	Material		• Raw Material • Proses Permesinan

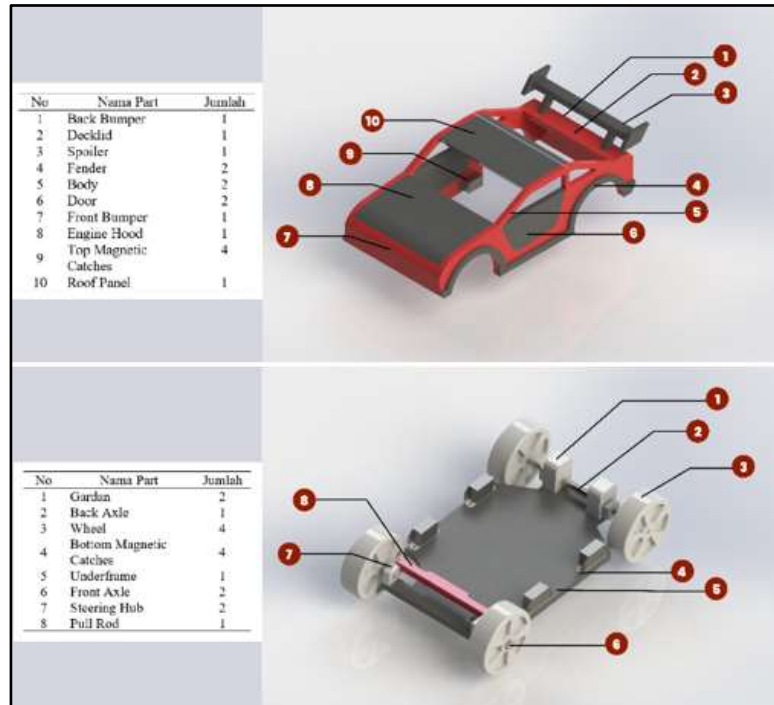
Hasil *benchmarking* terhadap komponen yang diganti dari produk PTI I yang telah dibandingkan dengan komponen pada produk lain pada part penyusun maupun material produk yang memiliki kemiripan fungsi dan bentuknya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Benchmarking*

Benchmark	Furniture	Mobil Mainan Aki	Furniture
Komponen	Magnetic Catches	Gardan	Lemari PVC
Gambar			
Sumber	https://images.app.goo.gl/Er5G4wAUrPiGtLQC9	https://youtu.be/GdXyYPYgyA8	https://images.app.goo.gl/ZcBtCbGA2MMMayST9
Prinsip Kerja	Magnetic Catches terdiri dari dua buah bagian yang memiliki sifat magnetik dengan kutub magnet yang berbeda, yang jika didekatkan akan menyatu. Biasa digunakan pada produk furniture pada pintu lemari, laci, dll	Gardan memiliki dua buah bagian yang menyangga as roda bagian belakang sisi kanan dan kiri.	PVC Foam merupakan material yang tidak mudah pecah, mudah dibentuk, serta memiliki permukaan yang halus dan licin. Biasa digunakan sebagai material pada furniture di rumah.
Pengembangan	Konsep pengembangan yang dilakukan yaitu mengubah part latch pada produk PTI I yang memiliki kekurangan kesulitan dalam proses assembly dan hasil produk yang kurang presisi menggunakan magnetic catches yang lebih mudah dalam proses assembly serta memberikan hasil yang lebih presisi.	Konsep pengembangan yang dilakukan yaitu mengubah bentuk gardan produk PTI I sebelumnya, yang sering terjadi kesalahan dalam proses pelubangan gardan sehingga menyebabkan as roda yang tidak presisi, dengan mengikuti bentuk gardan mobil aki mainan yang lebih presisi dalam menyangga as roda bagian belakang.	Konsep pengembangan yang dilakukan yaitu mengubah raw material produk PTI I yang masih menggunakan kayu meranti yaitu part gardan dan wheel, sehingga seluruh raw material produk PTI I menggunakan PVC Foam yang memberikan keefektifan waktu, kerapian hasil produk, dan kemudahan dalam proses permesinan serta assembly hasil akhir.

5. Perancangan Produk Baru

Tahap perancangan produk baru ini merupakan tahap terakhir dalam metode *reverse engineering*. Pada tahap ini peneliti mulai merancang ulang produk PTI I berdasarkan hasil saran dan masukan ahli terkait maupun hasil *benchmarking*. Perancangan produk baru termuat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Desain 3D Body dan Desain 3D Chassis

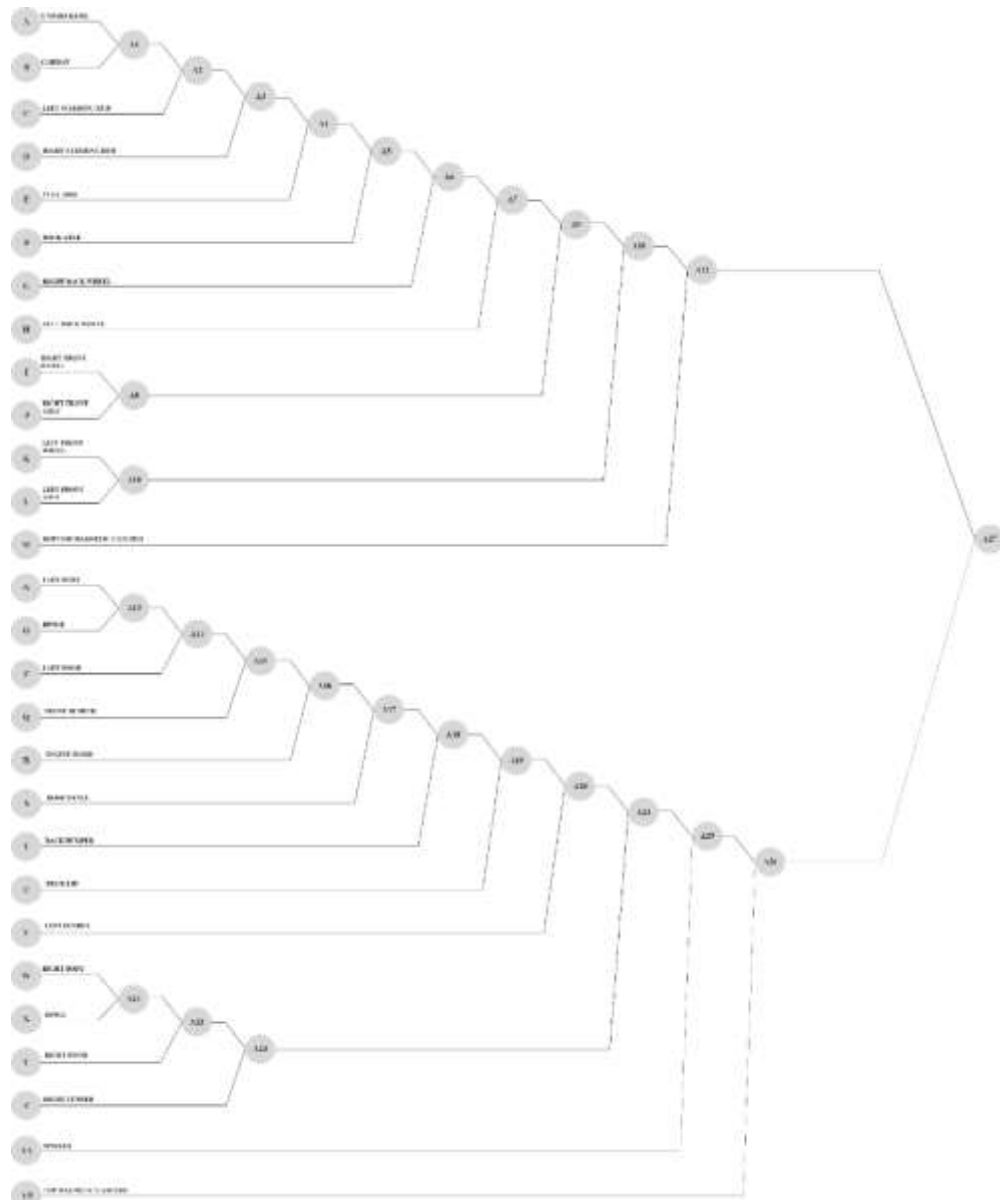
3.2.2 Pembuatan Produk

Pada tahap ini peneliti melakukan tahap pembuatan produk sesuai dengan rancangan desain produk baru yang telah melewati tahapan *reverse engineering*. Tahap ini peneliti membuat *Bill Of Material* (BOM) yang berisi komponen-komponen penyusun produk yang baru dan *Assembly Process Chart* yang berisi urutan perakitan setiap komponen-komponen penyusun produk yang baru.

Tabel 4. *Bill Of Material* Produk PTI 1

Nomor Part	Nama Part	Jumlah	Keterangan
A	RC CAR	1	DIRAKIT
A.1	CHASSIS	1	DIRAKIT
A.2	BODY	1	DIRAKIT
A.1.1	UNDERFRAME	1	DIBUAT
A.1.2	GARDAN	1	DIBUAT
A.1.3	LEFT STEERING HUB	1	DIBUAT

Nomor Part	Nama Part	Jumlah	Keterangan
A.1.4	RIGHT STEERING HUB	1	DIBUAT
A.1.5	PULL ROD	1	DIBUAT
A.1.6	RIGHT BACK WHEEL	1	DIBUAT
A.1.7	LEFT BACK WHEEL	1	DIBUAT
A.1.8	RIGHT FRONT WHEEL	1	DIBUAT
A.1.9	LEFT FRONT WHEEL	1	DIBUAT
A.1.10	RIGHT FRONT AXLE	1	DIBELI
A.1.11	LEFT FRONT AXLE	1	DIBELI
A.1.12	BACK AXLE	1	DIBELI
A.1.13	BOTTOM LATCH	4	DIBELI
A.1.14	SCREW	14	DIBELI
A.2.1	RIGHT FRAME	1	DIRAKIT
A.2.2	LEFT FRAME	1	DIRAKIT
A.2.3	FRONT BUMPER	1	DIBUAT
A.2.4	BACK BUMPER	1	DIBUAT
A.2.5	ENGINE HOOD	1	DIBUAT
A.2.6	ROOF PANEL	1	DIBUAT
A.2.7	DECKLID	1	DIBUAT
A.2.8	TOP LATCH	4	DIBELI
A.2.9	SCREW	28	DIBELI
A.2.1.1	RIGHT BODY	1	DIBUAT
A.2.1.2	RIGHT DOOR	1	DIBUAT
A.2.1.3	RIGHT FENDER	1	DIBUAT
A.2.1.4	RIGHT HINGE	1	DIBELI
A.2.1.5	SCREW	7	DIBELI
A.2.2.1	LEFT BODY	1	DIBUAT
A.2.2.2	LEFT DOOR	1	DIBUAT
A.2.2.3	LEFT FENDER	1	DIBUAT
A.2.2.4	LEFT HINGE	1	DIBELI
A.2.2.5	SCREW	7	DIBELI



Gambar 2. *Assembly Process Chart* Produk PTI I



Gambar 3. Hasil Produk PTI I

Hasil produk PTI I baru dapat dilihat pada gambar 3. Setelah itu peneliti melakukan *Focus Group Discussion* dengan ahli terkait yaitu dosen pengampu praktikum PTI I dan

asisten praktikum PTI I 2022 yang bertujuan untuk menyatukan pandangan berdasarkan masukan-masukan pada wawancara maupun *brainstorming* yang telah diterapkan pada *redesign* produk PTI I. Pada *Focus Group Discussion* yang telah dilakukan didapatkan hasil seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil *Focus Group Discussion*

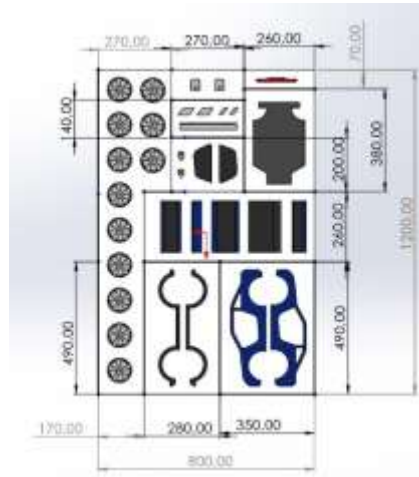
No	Aspek	Terpenuhi
1	Raw Material - Menyeragamkan raw material produk PTI I dengan melakukan penggantian raw material part wheel dan gardan dengan PVC Foam. - Penyeragaman raw material keseluruhan dengan PVC Foam menghasilkan size reference baru untuk setiap kelompoknya dengan ukuran 120 cm x 80 cm.	✓
2	Desain - Perubahan desain part gardan hasil benchmark dengan bentuk gardan mobil mainan aki. - Perubahan desain part wheel dengan penambahan grafir velg mobil nyata pada sisi luar maupun dalam serta penambahan part fender menjadi part wajib. - Perubahan batas ukuran desain dengan pemberian allowance untuk setiap ukuran pada part chassis maupun body.	✓
3	Proses Assembly - Melakukan simulasi stress analysis untuk mengetahui kekuatan underframe saat diberikan beban statis dan letak konsentrasi tekanan maksimum. - Penggantian part latch dengan magnetic catches menghasilkan proses assembly yang lebih mudah, aman, dan presisi.	✓
4	Proses Permesinan - Perubahan alur proses permesinan part wheel. - Proses engraving velg dan marking lubang part wheel CNC lebih presisi, rapi, dan aman. - Waktu permesinan untuk membuat part wheel lebih efektif dengan alur proses permesinan baru. - Perubahan alur proses permesinan part gardan. - Waktu permesinan untuk membuat part gardan lebih efektif dengan alur proses permesinan baru. - Proses glueing part wheel dan gardan agar lebih mudah dan aman dibuat desain alat bantu untuk proses glueing part wheel dan gardan.	✓

3.3 Tahap Analisis

3.3.1 Raw Material

Peneliti melakukan analisis terhadap *raw material* yang digunakan untuk membuat produk PTI I. Berdasarkan usulan rancangan ulang produk PTI I yang dibuat, peneliti

melakukan penggantian keseluruhan *raw material* menggunakan PVC Foam. Komponen yang mengalami perubahan *raw material* adalah part wheel dan gardan yang awalnya untuk *raw material*nya adalah kayu meranti.



Gambar 4. *Size Reference* Baru

Berdasarkan gambar 4 peneliti membuat ukuran *size reference raw material* setiap kelompok dengan ukuran 120 cm x 80 cm yang disesuaikan dengan keseluruhan part penyusun produk PTI I. Adanya *size reference* ini dimaksudkan dengan ukuran sedemikian setiap kelompok harus mampu mengolah dan menghasilkan produk PTI I pada saat permesinan serta dapat menjadi acuan untuk memudahkan setiap kelompok dalam melakukan pembagian *raw material* untuk seluruh komponen penyusun produk PTI I. Anggaran biaya untuk pengadaan *raw material* sebelum dan setelah *redesign project* produk PTI I dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Anggaran Biaya *Raw Material*

Sebelum			Setelah		
Nama Material	Qty	Harga	Nama Material	Qty	Harga
PVC Foam	9	Rp 4.500.000	PVC Foam	12	Rp 6.000.000
Kayu Meranti (1m)	18	Rp 2.703.600			
Total		Rp 7.203.600	Total		Rp 6.000.000

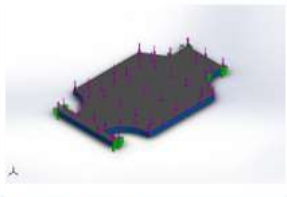
3.3.2 Desain

Peneliti melakukan analisis terhadap desain untuk mengetahui apakah rancangan ulang produk PTI I terhadap batasan-batasan ukuran desain yang telah dibuat dapat

Selain itu, pada desain dilakukan perubahan desain pada part wheel dan gardan terlihat pada gambar diatas. Part wheel dengan penambahan grafir velg mobil pada sisi luar maupun dalam sesuai dengan acuan mobil nyata. Proses *engraving* velg dan *marking* part wheel menggunakan mesin CNC dengan jumlah satu wheel terdiri dari 3 buah potongan yang masing-masing ketebalannya 1 cm yang kemudian dilem sehingga menghasilkan ketebalan 3 cm untuk satu wheelnya. Proses pemotongan part gardan tetap menggunakan mesin konvensional yaitu scroll saw dengan jumlah gardan terdiri dari 2 buah potongan yang masing-masing ketebalannya 1 cm yang kemudian dilem sehingga menghasilkan ketebalan 2 cm untuk satu gardannya.

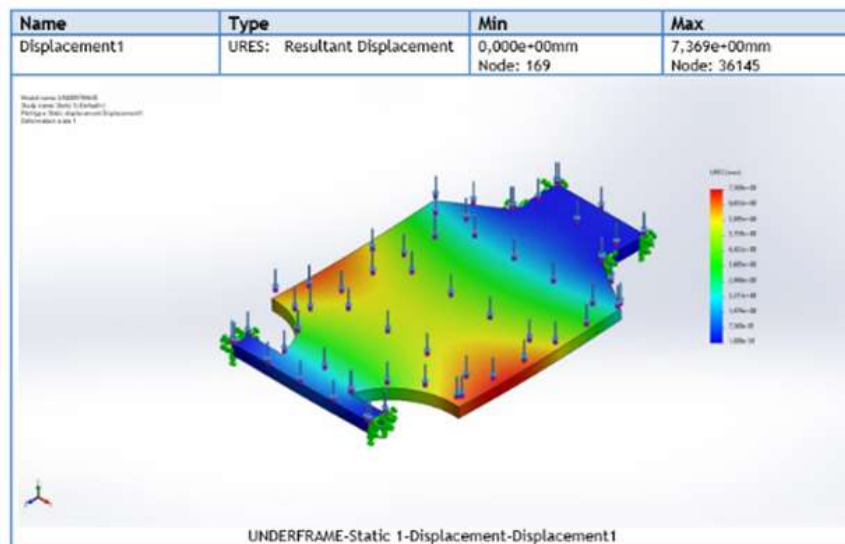
3.3.3 Proses *Assembly*

Peneliti melakukan analisis terhadap proses *assembly* dengan berlandaskan simulasi CAE pada SolidWorks. Diawali dengan peneliti menentukan part yang menjadi fokus usulan penggantian part pada proses *assembly*, fokus peneliti yaitu pada proses *assembly* part Body dan Chassis. Pada proses *assembly* tersebut yang menjadi tumpuan yaitu part Underframe. Peneliti memunculkan hasil *output* material properties dari part Underframe yang termuat pada Gambar 7.

Material Properties		
Model Reference	Properties	Components
	Name: PVC Foam Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Unknown Tensile strength: 1,3e+07 N/m² Elastic modulus: 6e+06 N/m² Poisson's ratio: 0,47 Mass density: 400 kg/m³ Shear modulus: 2e+06 N/m²	SolidBody 1(Boss-Extrude1) (UNDERFRAME)
Curve Data: N/A		

Gambar 7. Material Properties Part Underframe

Setelah itu peneliti melakukan simulasi *stress analysis*, proses simulasi *stress analysis* dengan pembebanan statis bertujuan untuk mengetahui ketahanan Underframe. Langkah awal peneliti memunculkan massa Body dan didapatkan massa sebesar 544,37 gram, lalu massa tersebut diubah dalam *force* sebesar 5 N. *Force* tersebut disebar secara merata pada seluruh area kecuali pada part latch yang menjadi area dalam proses *assembly* akhir diberi *force* sebesar 10 N atau 2 kali lebih besar dari bagian lainnya.



Gambar 8. Hasil Simulasi Tegangan Part Underframe

Hasil simulasi termuat dalam Gambar 3.9 Hasil Simulasi Tegangan Part Underframe. Didapatkan hasil berupa tegangan maksimum yang terjadi pada daerah *assembly* antara part Body dan Chassis ditandai dengan perubahan warna hijau, kuning, dan merah yang menandakan terjadi konsentrasi tegangan maksimum, dengan nilai tegangan berdasarkan warna yang termuat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Tegangan Part Underframe

No	Nilai Batas Aman Tensile Strength	Nilai Batas Aman Elastic Modulus	Warna	Nilai	Keterangan
1	10,53 N/m ²	22,30 N/m ²	Biru	-27,28 – 6,01	Aman, Aman
2			Hijau	8,01 – 12,02	Tidak Aman, Aman
3			Kuning	14,02 – 16,02	Tidak Aman, Aman
4			Merah	18,02 – 20,03	Tidak Aman, Aman

Berdasarkan simulasi tersebut peneliti melakukan perubahan pada part latch dengan *magnetic catches* guna meminimalisir tegangan dan defleksi pada saat proses *assembly* produk PTI I. Hal tersebut dikuatkan dengan percobaan yang telah dilakukan, yaitu dengan menggunakan *magnetic catches* pada proses *assembly* akhir lebih mudah, aman, dan presisi.

3.3.4 Proses Permesinan

Peneliti melakukan analisis terhadap proses permesinan yang dilakukan untuk membuat produk PTI I. Peneliti melakukan perubahan dan penambahan alur proses untuk

permesinan part wheel dan gardan. Berikut merupakan alur proses sekarang dan baru dari part wheel beserta waktu permesinannya, termuat pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 8. Alur Proses dan Waktu Permesinan Part Wheel Sekarang

Kegiatan	Stasiun Kerja	Waktu Set Up (menit)	Waktu Proses (menit)	Proses	Waktu Total (menit)
Marking	Kerja Bangku	0,16	1,67	4	7,32
Cutting	Cross Cut	0,08	1,50	4	6,32
Cutting & Perforate	Drilling	2,53	18,82	4	85,40
Finishing	Belt & Disc Sander	0,08	2,15	4	8,92
Total Waktu (menit)					107,96

Tabel 9. Alur Proses dan Waktu Permesinan Part Wheel Baru

Kegiatan	Stasiun Kerja	Waktu Set Up (menit)	Waktu Proses (menit)	Proses	Waktu Total
Marking & Cutting	Cross Cut	0,14	1,30	1	1,44
Marking & Engraving	CNC	2,00	8,00	1	10,00
Marking & Cutting	Cross Cut	0,14	1,90	4	8,16
Cutting	Drilling	0,21	1,80	4	8,04
Glueing	Kerja Bangku	0,15	3,00	4	12,60
Perforate	Drilling	0,21	0,50	4	2,84
Total Waktu (menit)					43,08

Proses baru yang ditambahkan pada proses permesinan part wheel yaitu proses *marking*, *engraving*, dan *glueing*. Berdasarkan kedua tabel diatas dapat disimpulkan untuk waktu produksi part wheel sekarang yaitu 107,96 menit, sedangkan untuk waktu produksi part wheel baru yaitu 43,08 menit. Alur proses sekarang dan baru dari part gardan beserta waktu permesinannya, termuat pada Tabel 10 dan 11.

Tabel 10. Alur Proses dan Waktu Permesinan Part Gardan Sekarang

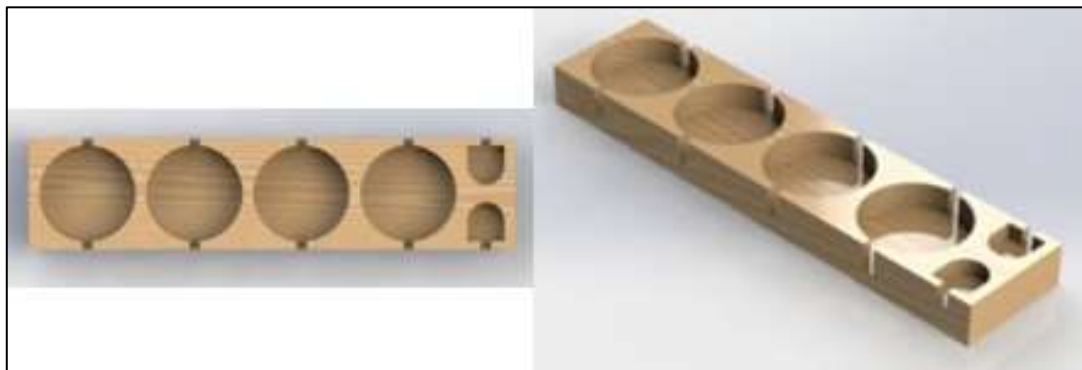
Kegiatan	Stasiun Kerja	Waktu Set Up (menit)	Waktu Proses (menit)	Waktu Total (menit)
Marking	Kerja Bangku	0,08	0,25	0,33
Cutting	Mitter Saw	0,51	0,61	1,12
Marking	Kerja Bangku	0,07	0,05	0,12
Perforate	Drilling	1,20	7,98	9,18
Finishing	Belt & Disc Sander	0,08	2,15	2,23
Total Waktu (menit)				12,98

Tabel 11. Alur Proses dan Waktu Permesinan Part Gardan Baru

Kegiatan	Stasiun Kerja	Waktu Set Up (menit)	Waktu Proses (menit)	Waktu Total (menit)
Marking & Cutting	Cross Cut	0,17	1,83	2,00
Cutting	Scroll Saw	0,12	1,88	2,00
Glueing	Kerja Bangku	0,06	1,94	2,00
Perforate	Drilling	0,16	0,38	0,54
Total Waktu (menit)				6,54

Pada proses pembuatan part gardan dilakukan perubahan alur proses serta penambahan proses *glueing*. Berdasarkan kedua tabel diatas dapat disimpulkan untuk waktu produksi part gardan sekarang yaitu 12,98 menit, sedangkan untuk waktu produksi gardan baru yaitu 6,54 menit.

Pada proses *glueing* untuk part wheel maupun gardan peneliti mengusulkan desain alat bantu untuk memudahkan proses *glueing*, agar hasil tetap presisi, dan dapat menjadi wadah untuk meletakkan part wheel dan gardan sebelum berlanjut ke tahap *assembly* agar lebih aman. Gambar Desain Alat Bantu Proses *Glueing* termuat pada Gambar 9.



Gambar 9. Desain Alat Bantu Proses *Glueing*

3.3.5 Kuesioner

Peneliti melakukan analisis dengan menggunakan kuesioner kelayakan produk yang berisi pertanyaan dengan isian penilaian berupa skor yang terkait dengan *redesign* produk PTI I, sehingga mendapatkan kesimpulan serta masukan terhadap *redesign* produk PTI I. Berikut merupakan hasil rekapitulasi kuesioner termuat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Rekapitulasi Kuesioner

No	Indikator	Tanggapan	
		Setuju	Tidak Setuju
1	Apakah dengan perubahan <i>raw material</i> part gardan dan wheel PTI I dengan PVC Foam dapat meminimalisir <i>trouble</i> pada proses permesinan.	14	0
2	Apakah dengan perubahan <i>raw material</i> part gardan dan wheel PTI I dengan PVC Foam dapat memudahkan pada proses <i>assembly</i> .	14	0
3	Apakah dengan penambahan part fender menjadi part wajib berpengaruh terhadap estetika produk PTI I.	11	3
4	Apakah dengan penggantian part latch dengan <i>magnetic catches</i> pada proses <i>assembly</i> part body dan chassis dapat memudahkan dalam proses <i>assembly</i> akhir.	14	0
5	Apakah dengan perubahan desain maupun bentuk part gardan dan wheel dapat memudahkan dalam proses <i>assembly</i> .	14	0
6	Apakah dengan batas ukuran desain yang baru dari part chassis dan body dengan catatan <i>allowance</i> dapat meminimalisir ketidakteitian dalam pemberian ukuran part pada <i>raw material</i> .	14	0
7	Apakah dengan perubahan, penambahan alur proses permesinan, dan pengkombinasian stasiun kerja CNC untuk permesinan part wheel serta perubahan dan penambahan alur proses permesinan part gardan dapat mengurangi <i>wasting time</i> .	14	0
8	Apakah hasil akhir <i>redesign</i> produk PTI I lebih presisi.	14	0
Jumlah Bobot		109	3

Hasil Rekapitulasi Kuesioner pada Tabel 12 mendapatkan hasil pembobotan dari semua pertanyaan dengan skor 109 (97%) dengan hasil Setuju dan skor 3 (3%) dengan hasil Tidak Setuju dari 14 responden. Hal ini dapat disimpulkan bahwa hasil *redesign*

produk PTI I dapat meningkatkan kualitas produk PTI I pada aspek *raw material*, desain, proses *assembly*, dan permesinan serta dapat diterapkan dalam mata kuliah Praktikum PTI I 2023. Responden beranggapan bahwa dengan adanya *redesign* produk PTI I dapat menjadi solusi perbaikan terhadap evaluasi-evaluasi yang teridentifikasi pada pelaksanaan Praktikum PTI I sebelumnya.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Perancangan dan pembuatan yang dilakukan dengan *redesign project* produk PTI I berdasarkan aspek *raw material*, desain, proses *assembly*, dan proses permesinan dapat ditarik kesimpulan bahwa proses perancangan *redesign project* produk PTI I menggunakan metode *reverse engineering* dan mengidentifikasi komponen pada beberapa produk yang memiliki fungsi, bentuk, dan material serupa dengan langkah *benchmarking*. Tahapan *reverse engineering* juga didukung dengan dilakukannya studi literatur, wawancara, dan *brainstorming* yang menghasilkan saran ahli sesuai aspek-aspek yang menjadi fokus dalam *redesign project* produk PTI I.

Pembuatan produk PTI I dilakukan dengan membuat beberapa perubahan pada beberapa part yang disesuaikan dengan aspek-aspek yang teridentifikasi menjadi evaluasi terhadap produk PTI I yaitu part wheel *raw material*nya diganti menggunakan PVC Foam, part gardan *raw material*nya diganti menggunakan PVC Foam, dan penggantian part latch dengan *magnetic catches*.

Analisis produk PTI I dilakukan dengan menganalisis aspek-aspek yang menjadi evaluasi terhadap produk PTI I meliputi:

1. Aspek *raw material* menghasilkan *size reference* baru dengan ukuran 1200 mm x 800 mm untuk satu kelompok, penggantian *raw material* wheel dan gardan dengan PVC Foam sehingga seluruh *raw material* produk PTI I seragam menggunakan PVC Foam.
2. Aspek desain menghasilkan batasan ukuran desain baru dengan memberikan catatan *allowance* 10 mm pada setiap ukuran. Selain itu, menghasilkan desain part wheel yang baru dengan penambahan grafir velg sesuai dengan acuan mobil nyata serta desain part gardan baru hasil *bencmarking* dengan gardan mobil mainan aki.
3. Aspek proses *assembly* dilakukan dengan melakukan simulasi menggunakan fitur CAE pada SolidWorks untuk mengetahui letak konsentrasi tegangan maksimum yang

didapatkan part underframe ketika diberikan beban statis saat proses *assembly* akhir, titik yang mengalami konsentrasi tegangan maksimum yaitu pada bagian latch. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan perubahan pada part latch dengan *magnetic catches* guna meminimalisir tegangan pada saat proses *assembly* produk PTI I. Hal tersebut dikuatkan dengan percobaan yang telah dilakukan, yaitu dengan menggunakan *magnetic catches* pada proses *assembly* akhir lebih mudah, aman, dan presisi.

4. Aspek proses permesinan menghasilkan perubahan alur proses permesinan dan penambahan uraian proses *marking* lubang dan *engraving* velg wheel pada stasiun kerja CNC ketika proses permesinan untuk part wheel, sedangkan pada part gardan dilakukan perubahan alur proses permesinan serta pada kedua part terdapat penambahan proses *glueing*. Pada proses *glueing* untuk memudahkan proses tersebut dibuat desain alat bantu untuk proses *glueing*. Alur proses baru untuk part wheel dan gardan dapat mengurangi *wasting time* yang diakibatkan terjadi *trouble* pada stasiun kerja drilling saat produksi dengan estimasi waktu produksi dengan alur proses permesinan yang baru untuk seluruh part wheel selama 43,08 menit dan part gardan selama 6,54 menit yang sebelumnya masing-masing untuk part wheel dan gardan selama 107,96 menit dan 12,98 menit.

Redesign project produk PTI I dinyatakan dapat meningkatkan kualitas produk PTI I pada aspek *raw material*, desain, proses *assembly*, dan permesinan serta dapat diterapkan dalam mata kuliah Praktikum Perancangan Teknik Industri I 2023. Responden beranggapan bahwa dengan adanya *redesign* produk PTI I dapat menjadi solusi perbaikan terhadap evaluasi-evaluasi yang teridentifikasi pada pelaksanaan Praktikum PTI I sebelumnya.

4.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini, diperoleh beberapa saran yang dapat ditinjau berdasarkan dari hasil dan pembahasan *redesign* Produk PTI I:

1. Untuk Asisten PTI I yang mengampu pelaksanaan praktikum dapat memahami perancangan ulang terhadap produk PTI I pada penelitian ini beserta beberapa teknis pelaksanaan yang berubah.

2. Menambah variasi ketebalan untuk *raw material* PVC Foam pada part-part bagian body agar hasil akhir Produk PTI I lebih kuat serta dapat meminimalisir kerusakan.
3. Asisten diharapkan dapat mengembangkan modul praktikum yaitu dengan menambahkan batas ukuran desain beserta *size reference* yang didapatkan tiap kelompok pada modul.
4. Diharapkan Asisten PTI I yang mengampu melakukan *trial* sebelum pelaksanaan praktikum dengan beberapa teknis yang berubah terutama pada proses *assembly* dan proses permesinan sebagai landasan dalam menentukan estimasi waktu produksi yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiyanti, Y. (2008). Focus group discussion (diskusi kelompok terfokus) sebagai metode pengumpulan data penelitian kualitatif. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 12(1), 58-62.
- Aisjah. (2021). *Guide Book – Outcome Based Education*. Institut Teknologi Sepuluh November Press.
- Cross, N., 2000. *Engineering Design Methods - Strategies for Product Design* (3rd ed) New York: John Wiley & Sons, Ltd.
- Darmawan, H. (2004). *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*. Bandung: ITB.
- Davis, M. H. (2003). Outcome-Based Education. *Journal of Veterinary Medical Education*, XXX (3), 258-263.
- Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2020). *Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi di Era Instri 4.0 untuk Mendukung Merdeka belajar – Kampus Merdeka*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- Djuhana, Yulianto, A. D., & Mulyadi. (2020). Plate Mold dengan Software Simulasi (Solidworks 3D). *Journal of Technical Engineering: Piston, III* (2), 6-16.
- Hayati, N., & Yulianto, E. (2021). Efektivitas Pelatihan Dalam Meningkatkan Kompetensi Sumber Daya Manusia. *Journal Civics & Social Studies*, 5(1), 98-115.
- Helmi, H. (2008). *Redesain Kawasan Pendaratan Ikan di Rembang* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Indrawan, M. I., & Widjanarko, B. (2020). Strategi meningkatkan kompetensi lulusan universitas pembangunan panca budi medan. *JEpa*, 5(2), 148-155.
- Kemenristekdikti. 2020. *Pendidikan Berbasis Capaian Pembelajaran (Outcome-Based Education / OBE)*.
- Kraft, C. (2012). *Identifying User Needs*. In *User Experience Innovation* (pp. 27-42). Apress.

- McDonagh-Philp, D., & Bruseberg, A. (2000). Using Focus Groups to Support New Product Development. *Engineering Designer*, 26(5), 4-9.
- Mustari, M., (2021). Rancang Bangun Alat Mesin Potong Batu Gunung Tipe Serpin. *Jurnal Informasi, Sains dan Teknologi*, 4(2), pp.62-69.
- Otto, K. N., & Wood, K. L. (1998). Product evolution: a reverse engineering and redesign methodology. *Research in engineering design*, 10(4), 226-243.
- Prasetyo, E., Hermawan, R., Ridho, M. I., & Hajar, I. I. (2020). Analisis Kekuatan Rangka pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF) Menggunakan Software Solidworks. *Journal of Science and Technology*, XIII(3), 299-306.
- Raja, V. (2008). Introduction to reverse engineering. In *Reverse Engineering* (pp. 1-9). Springer, London.
- Ramli, M. I., Thaha, M. A., & Tjaronge, M. W. (2022). Pelatihan Metode Pengukuran Capaian Pembelajaran Kurikulum Prodi Teknik Sipil Berbasis Outcome Based Education (OBE) pada Anggota BMPTTSSI. *JURNAL TEPAT: Teknologi Terapan untuk Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 118-126.
- Rizki, N. A. (2012). Metode Focus Group Discussion dan Simulation Game terhadap peningkatan pengetahuan kesehatan reproduksi. *KEMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(1), 23-29.
- Robbins, S.P., Bergman, R., Stagg, I. and Coulter, M., (2014). *Management*. Pearson Australia.
- Saputri, M. E. (2020). Wawancara. Telkom University: Bandung.
- Sasmito, A. (2018). Disain Kekuatan Sambungan Hoop Pillar dan Floor Bearer pada Struktur Rangka Bus Menggunakan Solidworks. *Jurnal SIMETRIS*, IX(1), 657-670.
- Setiawan, M. B., Quentara, L. T., & Rahmatika, D. (2020). Implementasi Metode Brainstorming dan Pendekatan Antropometri dalam Perancangan Meja Quality Control untuk Skala Laboratorium. *Jurnal Ergonomi dan K*, 3, 20-29.
- Tasiekh, I. A. (2021). Modifikasi Foglamp Cover Mobil Menggunakan Metode Reverse Engineering. Nugroho, W., (1995). *Perawatan Lanjut Usia. Penerbit Buku Kedokteran: EGC. Jakarta*.
- Tritularsih, Y., & Sutopo, W. (2017). Peran Keilmuan Teknik Industri Dalam Perkembangan Rantai Pasokan Menuju Era Industri 4.0. In *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC* (Vol. 1, No. 2017, pp. 8-9).
- Ulrich, K.T. and Eppinger, S.D., (2001). *Perancangan dan Pengembangan Produk. Jakarta: Salemba Teknika*.
- Wibowo, D. B. (2006). Memahami Reverse Engineering Melalui Pembongkaran Produk di Program S-1 Teknik Mesin. *TRAKSI*, 4(1).