

# Penerapan Reverse Engineering Dan Simulasi Dalam Perancangan Drum Ponton Untuk Pembakaran Tempurung Kelapa

1<sup>st</sup> Muhammad Arash Arisiah  
Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

arasharisiah@telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Agus Kusnayat

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

guskus@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Dino Caesaron

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

dinocaesaron@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**— Batok kelapa merupakan tanaman yang kaya akan manfaat, baik batang pohon, daun, maupun buah kelapa itu sendiri. Salah satu bentuk pengolahannya adalah berupa pengolahan, batok kelapa menjadi arang. Di mana menggunakan bahan bakar untuk membakar batok kelapa. Media membutuhkan desain ulang agar lebih mudah digunakan dan meningkatkan kapasitas produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang alat pembakar batok kelapa yang dapat menghasilkan arang sebagai karbon aktif dengan kualitas yang baik untuk digunakan sebagai briket. Dengan menggunakan pemodelan CAD dan simulasi CFD dan uji kelelahan produk yang diusulkan.

**Kata kunci**— briket, tempurung kelapa, desain, simulasi, uji kelelahan, CFD

## I. PENDAHULUAN

Kelapa adalah spesies palem-arenaceous atau Arecaceae. Tanaman ini kaya akan manfaat batang pohon, daun, dan buah kelapa itu sendiri. Berbagai macam jenis pengolahan pengolahan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia sehingga dianggap sebagai tanaman serbaguna.

Menurut data Badan Pusat Statistik, luas panen perkebunan kelapa Indonesia pada tahun 2021 akan mencapai 3.374,60 hektare dengan luas produksi 3.550.486 ton kelapa, (95%) di antaranya merupakan perkebunan rakyat. Hingga saat ini pemanfaatan buah kelapa tersebut masih terbatas, seperti kopra, minyak, dan santan untuk keperluan rumah tangga, sedangkan untuk produk lain seperti batok kelapa belum dimanfaatkan secara optimal. Mayoritas batok kelapa juga digunakan sebagai bahan bakar, seperti arang. [1]

CV HSA merupakan perusahaan yang memproduksi arang tempurung kelapa, yang juga memproduksi produk turunan seperti briket. CV HSA (Surabaya Charcoal Wisdom) berlokasi di Kecamatan Campalagian, Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat. Penelitian ini berfokus pada media yang digunakan dalam proses karbonisasi arang tempurung kelapa, pembuatan arang cangkang menggunakan media drum minyak. Sebelumnya, CV HSA menggunakan drum minyak untuk proses pembakaran batok kelapa menjadi arang menggunakan 100 unit drum minyak dengan kapasitas produksi arang 2-3 ton. Namun, drum minyak yang digunakan mengalami kendala. Jenis drum adalah Closed Head Drum dengan ketebalan pelat 1 mm dengan proses pembakaran selama 6 jam per hari. Daya tahan drum ini dapat digunakan dengan rentang waktu 2-3 bulan dengan membakar batok kelapa setiap hari. Seiring waktu penggunaan drum minyak berkurang karena kendala pada lamanya penggunaan.

Sehingga kapasitas produksi arang tempurung kelapa menurun dan fokus pada kapasitas produksi briketnya.

Dengan kelemahan dari drum minyak yang dijelaskan di atas, perusahaan mencari solusi dengan memanfaatkan barang atau produk yang tidak digunakan dengan benar dan kemudian digunakan kembali dengan penggunaan yang berbeda. Produk yang kami lihat adalah drum ponton. Drum ponton ini merupakan bagian dari FAD ikan yang dipotong menjadi beberapa bagian sehingga membentuk drum yang dapat digunakan sebagai media bahan bakar. Drum ponton memiliki ketebalan pelat 4 mm, dengan harapan dapat digunakan dalam waktu yang lama. Dengan

Namun, tidak diketahui berapa lama drum ponton dapat digunakan. Oleh karena itu, hal inilah yang mendasari penelitian ini dengan memerlukan perancangan alat bantu pembakaran menggunakan bahan tempurung kelapa menggunakan metode reverse engineering dengan menghitung masa penggunaan melalui simulasi dan memperhatikan desain serta mampu meningkatkan, memudahkan penggunaan dan memaksimalkan kualitas produksi arang yang dihasilkan.

## II. METODE

### A. Reverse Engineering

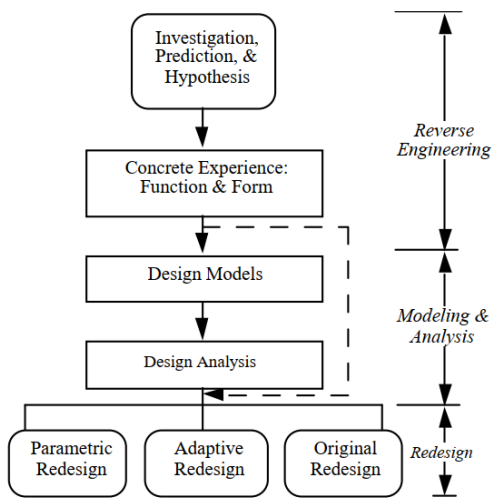
Reverse engineering adalah bentuk kegiatan desain yang terdiri dari merekonstruksi model desain yang terkait dengan produk nyata. Tujuan utama dari rekayasa balik adalah untuk kembali ke hasil dari proses desain asli untuk membuat produk serupa [2].

Secara geometris, digitalisasi produk umumnya mengacu pada fase digitalisasi produk fisik dengan cara alat ukur dan pemindaian. Ini dapat diperluas untuk mencakup semua proses lain yang dapat menentukan produk virtual atau tanda tangannya, seperti simulasi mekanis, simulasi proses manufaktur dan pengoptimalan bentuk dan topologi. Dengan demikian, rekayasa balik geometris tidak hanya berfokus pada rekonstruksi bentuk dari pengukuran, tetapi juga pada integrasi sifat material dan proses manufaktur dan variabilitas yang melekat padanya.

Langkah rekonstruksi bentuk terdiri dari penentuan luas yang mendekati bentuk sampel yang tidak diketahui. Kemudian untuk langkah terakhir, pemodelan CAD 3D adalah langkah untuk membuat model produk geometris menggunakan representasi parametrik berbasis fitur untuk menanamkan maksud desain melalui fitur geometris, parameter, dan batasan [3].

Pemodelan CAD adalah langkah terakhir dalam membuat model produk geometris (sminyakd) menggunakan representasi parametrik berbasis karakteristik untuk mengintegrasikan maksud desain di seluruh fitur, parameter geometri, dan batasan. Model parametrik berbasis fitur sering diperlukan untuk kueri model dan interogasi atau modifikasi desain. Selain itu, mereka memungkinkan pengembangan metodologi Rekayasa Balik Berbasis Pengetahuan (KBRI) untuk memasukkan lebih banyak informasi apriori untuk mengatasi data yang tidak jelas atau hilang dan untuk mengekstrak lebih banyak data desain dan manufaktur [4], [5].

Pendekatan Reverse Engineering and Redesign Methodology merupakan salah satu pendekatan untuk mengembangkan produk, terutama untuk mendesain ulang suatu produk. Dalam prosesnya, diperlukan informasi dasar dari produk untuk mengetahui alur pengembangan berupa fungsi, sub fungsi, atau komponen produk. Metode ini berfokus pada tahapan proses yang diperlukan untuk memahami dan menggambarkan produk sebelumnya [6].

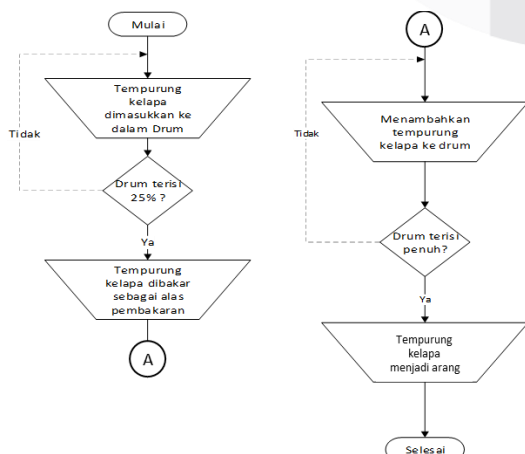


GAMBAR. 1 Teknik Terbalik Umum dan Metodologi Desain Ulang

Ada beberapa tahapan dalam menggunakan metode seperti diagram alir di atas.

1. Investigasi, Prediksi & Hipotesis

Alat bantu pembakaran tempurung kelapa yang digunakan adalah jenis drum kepala tertutup. Gendang digunakan untuk membakar batok kelapa di luar ruangan karena menghasilkan banyak asap. Alur proses pembakaran arang tempurung kelapa adalah sebagai berikut:



GAMBAR2 Diagram alir pengolahan batok kelapa

2. Pengalaman Konkret

Analisis Pengalaman Konkret penting dilakukan dari metodologi desain ulang. Perbandingan antara kebutuhan pelanggan dan produk yang ada dalam hal fungsionalitas, prinsip solusi, dan parameter desain. Tujuan akhir dari langkah ini adalah untuk evolusi produk dan deskripsi singkat tentang persyaratan teknis yang terukur untuk mengevaluasi potensi perbaikan.

Dengan menggunakan material JIS G 3141 SPCC yang merupakan baja karbon dasar atau mati, baja ringan, dimana material tersebut diaplikasikan pada suhu 540 °C namun masa penggunaannya relatif lebih singkat. Selanjutnya, pembakaran batok kelapa dilakukan setiap hari, sehingga harus diganti dengan drum baru setiap 3 bulan sekali. Untuk satu drum minyak hanya dapat menampung 4 karung batok kelapa, dimana 1 karung batok kelapa memiliki berat hingga 34 kg sehingga dengan tenaga kerja yang terbatas dan waktu pembakaran 7 jam hanya menghasilkan ± 27 kg arang per drum. [7]

3. Analisis Model Desain

Drum minyak saat ini hanya memiliki satu komponen, yaitu drum dengan bahan dasar baja karbon. Sedangkan untuk drum ponton, ia memiliki bahan lembaran baja karbon. Untuk setiap pengoperasian pembakaran batok kelapa menjadi arang, dibutuhkan dua orang sebagai operator karena alat ini masih dioperasikan secara konvensional.



GAMBAR. 3 Gambaran nyata dan geometri pemodelan drum minyak aktual



GAMBAR. 4 Gambaran nyata dan geometri pemodelan drum ponton

Dari hasil pemodelan drum, perbandingan dimensi drum minyak dengan drum ponton adalah dimensi drum minyak memiliki diameter 58 cm, tinggi 89 cm, dan

ketebalan 0,1 cm, sedangkan dimensi drum ponton adalah 77 cm, tinggi, 120 cm dan ketebalan 0,4 cm. Oleh karena itu, dari segi kapasitas untuk menampung batok kelapa, drum ponton memiliki kapasitas yang lebih besar dibandingkan drum minyak. Hasil informasi yang diperoleh dari wawancara dengan operator dengan penggunaan drum ponton ini dalam proses pembakaran batok kelapa dapat menampung sebanyak 8 karung tempurung kelapa. Proses pembakaran batok kelapa menjadi arang menjadi lebih cepat, yaitu 6 jam waktu pembakaran. Kemudian hasilnya sebanyak ± 90 kg per drum.

Karena ketebalan drum ponton ini, dapat digunakan lebih lama dari drum minyak yang ada karena selama ini sudah memasuki tahun ketiga penggunaan sehari-hari. Dalam menghadirkan pemacu terbakar, dalam hal ini sabut kelapa mengalami kesulitan bagi operator karena tinggi drum yang sangat tinggi sehingga membuat sabut yang berserakan di dalam drum dapat menyebabkan sabut terbakar padam.

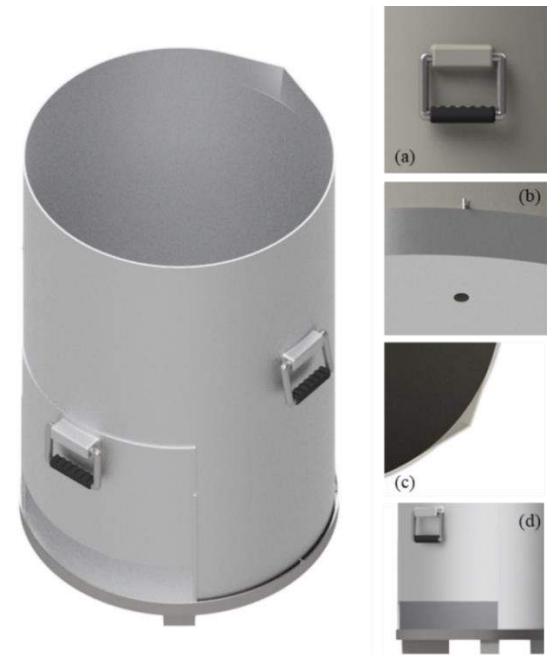
TABLE I. SPESIFIKASI TEKNIS

Ti da k	Specificatoin Teknis	Satua n	Target
1	Pelat tebal bahan drum	mm	4
2	Tinggi drum	mm	1200
3	Diameter drum	mm	770
4	Ukuran pelat alas drum	mm	4
5	Tinggi dasar drum	mm	44
6	Memacu diameter lubang	mm	12
7	Waktu pembakaran cepat dan volume besar	Menit	± 30
8	Bahan drum yang kuat	jenis	Aluminium Alloy 6061

Material drum yang ditargetkan berbahan aluminium yang memiliki bobot yang ringan kemudian memiliki keunggulan-keunggulan lain seperti mampu bentuk baik, ketahanan korosi baik, mampu las baik dan harga yang murah [8]. Pada jenis material aluminium terdapat jenis aluminium alloy yaitu aluminium 6061 [9].

4. Redesign

Langkah ini melibatkan pemodelan formulir desain sesuai spesifikasi target menggunakan perangkat lunak Cad Sminyakdworks. Berikut ini adalah sebagai hasil dari desain drum yang diusulkan.



GAMBAR. 5 Hasil redesign dari spesifikasi teknis, terdapat: (a) Lift Handle, (b) Trigger dan Lock Hole, (c) Drum Muzzle dan (d) Penutup Sisi Drum

Gambar di atas adalah desain keseluruhan dan menggambarkan bagaimana posisi alat bantu pembakaran tempurung kelapa dalam hal ini adalah drum ponton yang dimodifikasi. Penjelasan rincinya adalah sebagai berikut:

TABLE II. DESAIN ULANG PRESENTASI

Fase	Tugas	Latar	Pengetahuan yang Dihilangkan	Dampak	
Redesign	Parametrik	Mengoptimalkan desain	Model ini dirancang dengan rata-rata variabel	Desain pembaruan sesuai dengan kebutuhan pelanggan	Menghasilkan arang lebih cepat diproduksi dalam volume tinggi
		Sensitivitas dan toleransi performa	Tidak ada pegangan ketika selesai menuangkan isi drum	Penyesuaian bagian pegangan drum	Kemudahan bekerja pada operator
		Prototipe	Pengujian desain dalam bentuk visual	Data suhu yang diperoleh	Data suhu digunakan sebagai input dalam simulasi
Redesign	Adaptif	Analisis uji kelelahan alat bantu pembakaran drum	Hasil pengukuran suhu digunakan sebagai input dalam uji simulasi	Total penggunaan pada drum	Lama penggunaan drum
	Asli	Opsi alternatif pada prototipe	Masih menggunakan drum ponton yang sudah ada	Perubahan dimensi dan volume drum minyak	Kurangi penggunaan drum minyak

III. HASIL SIMULASI

Setelah melakukan langkah-langkah fase rekayasa balik, pada bagian ini dilakukan simulasi kelelahan dengan menggunakan parameter input dari hasil pengukuran suhu

langsung. Dengan mengukur suhu drum, itu dilakukan dalam tiga bagian: bagian atas, tengah dan bawah. Ini diukur lima kali pada suhu drum. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah *Non-Contact Infrared Thermometer*. Kemudian suhu digunakan sebagai input ke dalam studi simulasi kelelahan melalui perangkat lunak Sminyakdworks. Hasil pengukuran suhu rata-rata yang dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut.

TABLE III. DATA PENGUKURAN SUHU

No	Waktu	Bagian Drum	Suhu (sekitar°C)				
			1	2	3	4	5
1	30 menit	Atas	80	88	75	87	68
		Tengah	130	135	121	142	118
		Bawah	205	213	201	211	197
2	60 menit	Atas	77	84	70	82	66
		Tengah	109	115	98	114	97
		Bawah	334	342	323	346	326
3	90 menit	Atas	77	83	70	80	69
		Tengah	111	121	103	119	106
		Bawah	323	328	315	329	320
4	120 menit	Atas	104	112	101	116	92
		Tengah	172	176	161	178	169
		Bawah	267	273	263	278	257
5	150 menit	Atas	106	115	97	115	98
		Tengah	201	209	193	211	191
		Bawah	318	329	308	325	314
6	180 menit	Atas	129	136	117	132	125
		Tengah	219	226	211	227	212
		Bawah	109	114	106	115	100
7	210 menit	Atas	131	139	128	141	126
		Tengah	186	194	175	194	178
		Bawah	86	98	77	90	81
8	240 menit	Atas	165	171	160	177	157
		Tengah	144	148	138	156	132
		Bawah	72	84	60	83	63
9	270 menit	Atas	177	187	170	183	171
		Tengah	134	144	129	141	127
		Bawah	66	74	57	75	59
10	300 menit	Atas	204	210	194	214	198
		Tengah	142	151	138	151	134
		Bawah	62	68	55	68	51
11	330 menit	Atas	205	209	198	214	197
		Tengah	124	134	112	133	120
		Bawah	63	69	55	68	53
12	360 menit	Atas	207	214	197	217	204
		Tengah	121	128	115	132	110
		Bawah	61	72	58	70	51

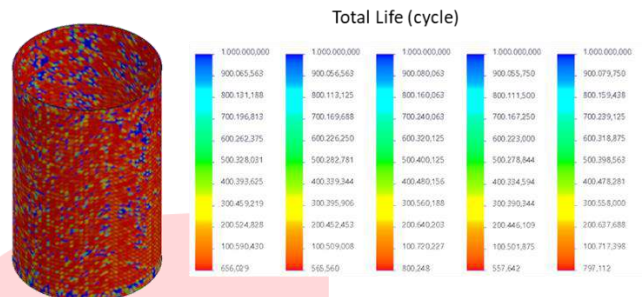
Dari data suhu di atas adalah hasil pengukuran lima kali dari setiap bagian drum. Untuk menentukan parameter input sebagai kebutuhan simulasi, dengan menghitung rata-rata setiap pengukuran suhu.

TABLE IV. RATA-RATA SUHU PENGUKURAN

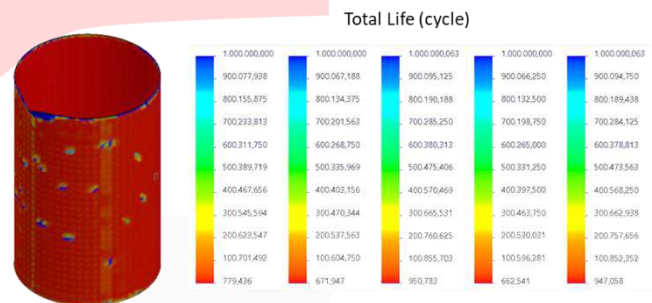
Rata-rata Suhu pada Drum (°C)				
1	2	3	4	5
167,833	174,667	159,167	175,333	159,333

Rata-rata Suhu pada Drum (°C)				
1	2	3	4	5
167,833	174,667	159,167	175,333	159,333

Hasil simulasi kelelahan memberikan informasi berupa lamanya penggunaan produk simulasi karena pengukuran dilakukan lima kali sehingga terdapat lima data hasil pengujian yang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



GAMBAR. 6 Hasil simulasi kelelahan pada ponton drum yang sebenarnya

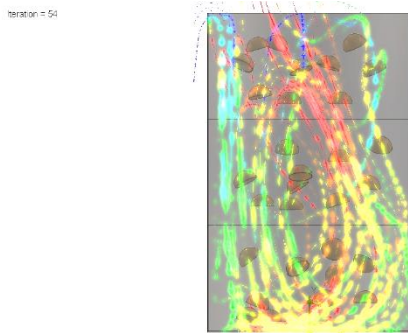


GAMBAR. 7 Hasil simulasi kelelahan pada drum yang diusulkan

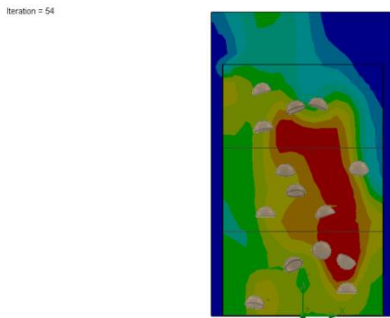
Hasil simulasi kedua drum tersebut dapat dijelaskan bahwa jika dibandingkan dengan drum minyak yang ada, dengan hasil pengujian penggunaan drum minyak di lapangan drum minyak yang ada hanya dapat bertahan hingga maksimal 3 bulan atau 90 kali penggunaan per hari dengan cara dibakar di ruang terbuka sehingga dapat mengurangi waktu penggunaan drum minyak yang ada. Sedangkan untuk drum ponton sendiri, dengan hasil simulasi kelelahan drum ponton dapat digunakan dalam kisaran 557.6-800 kali penggunaan yang sama dapat digunakan selama lebih dari dua tahun. Hasil validasi yang dilakukan untuk perusahaan menunjukkan bahwa satu jenis drum ponton digunakan dan telah memasuki tahun ketiga penggunaannya. Kemudian, jika dibandingkan dengan hasil simulasi drum kelelahan, rekayasa balik yang diusulkan dapat digunakan dalam kisaran 662-951 kali penggunaan yang sama dapat digunakan selama lebih dari dua tahun (lebih baik dari drum minyak yang ada). Dari hasil tersebut, memiliki waktu penggunaan yang relatif lebih cepat dibandingkan dengan drum ponton, namun alasan yang mendasari perbedaan tersebut adalah karena bentuk desain drum rekayasa balik ini memiliki bentuk moncong di bagian atas dan memiliki lubang di dasarnya meskipun tertutup, dapat menghasilkan perbedaan dari segi distribusi panas.

Kemudian pengujian CFD dalam hasil simulasi proses penyebaran panas pada drum dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.





GAMBAR. 8 Flow Trajectories CFD Drum



GAMBAR. 9 Cut Plot CFD Drum

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa model hasil simulasi CFD yang didapatkan dalam bentuk *flow trajectories* adalah aliran fluida masuk dari atas dengan arah panah yang berwarna biru kemudian mengalir ke bawah dengan arah panah berwarna hijau dan berputar di bagian pusat drum dengan arah panah berwarna kuning, kemudian berputar keluar dengan arah panah yang berwarna merah. Dengan demikian bahwa aliran fluida yang masuk memiliki suhu yang tidak panas, karena terjadinya proses pembakaran tempurung kelapa menjadi arang menghasilkan udara yang sangat panas maka aliran fluida yang dikeluarkan juga menghasilkan udara yang panas pula. Kemudian untuk *Cut Plot* adalah penyebaran aliran fluida dapat kita lihat dengan bentuk warna biru dibagian diluar kemudian diikuti warna hijau, setelah itu ada warna kuning dan yang bagian dalam warna merah. Ini mengindikasikan bahwa penyebaran panas yang dihasilkan dari proses pembakaran tempurung kelapa adalah penyebaran panas pada bagian dalam drum akan lebih panas dari pada penyebaran panas pada bagian luar drum.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perancangan drum ponton sebagai alat dalam membakar batok kelapa menjadi arang dengan menggunakan metode reverse engineering dapat memberikan hasil yang dapat dijadikan acuan dalam penggunaan drum untuk jangka waktu yang lebih lama dari sebelumnya, baik drum ponton maupun saran drum dalam CV HSA. Spesifikasi akhir pada drum yang diusulkan berdasarkan dimensi dapat menampung 8 karung tempurung kelapa dengan berat  $\pm 34$  kg per karung. Kemudian menghasilkan  $\pm 90$  kg arang yang dibagi menjadi 2 karung

(yang lebih dari kapasitas drum minyak yang ada). Untuk penambahan moncong di bagian atas drum, dimaksudkan agar operator, dalam menumpahkan arang, tidak tumpah berserakan dan memiliki pegangan pengangkat yang mampu membuatnya lebih mudah untuk mengangkat dan menggerakkan drum setelah selesai. Untuk bahan yang digunakan adalah aluminium jenis *aluminium alloy 6061* dengan ketebalan 4 mm kemudian dilakukan simulasi kelelahan untuk menghasilkan output berupa panjang penggunaan dari drum ponton dan drum yang diusulkan, dimana hasil simulasi kelelahan untuk drum ponton dapat digunakan selama 2,2 tahun sedangkan untuk drum yang diusulkan dapat digunakan selama 2,8 tahun. Ini adalah hasil yang baik dalam penggunaan dibandingkan dengan drum minyak yang ada.

#### REFERENSI

- [1] B. P. Statistik, "Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi (Ribu Hektar), 2019-2021," 16 June 2022. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/54/131/1/luas-tanaman-perkebunan-menurut-provinsi.html>.
- [2] P. Kumar and A. Madan, "Review Paper on Reverse Engineering," *Journal of Basic and Applied Engineering Research*, pp. 1377-1379, 2015.
- [3] N. a. L. Anwer & Mathieu, "From reverse engineering to shape engineering in mechanical design," *Manufacturing Technology*, pp. 2-2, 2016.
- [4] A. Durupt, S. Remy, G. Ducellier and B. Eynard, "From a 3D point cloud to an engineering CAD model: a knowledge-product-based approach for reverse engineering.," *Virtual and Physical Prototyping*, vol. 3(2), pp. 51-59, 2008.
- [5] M. Ouamer-Ali, F. Laroche, A. Bernard and S. Remy, "Toward a Methodological Knowledge Based Approach for Partial Automation of Reverse Engineering.," *Procedia CIRP*, vol. 21, pp. 270-275, 2014.
- [6] K. L. K. N. Otto & Wood, "A REVERSE ENGINEERING AND REDESIGN METHODOLOGY FOR PRODUCTION EVOLUTION," *Proceedings of The 1996 ASME Design Engineering Technical Conferences and Design Theory and Methodology Conference*, pp. 2-16, 1996.
- [7] B. Bandanadjaja, "Karakteristik Material Tahan Temperatur Tinggi dan Aplikasinya," *Orasi Rekayasa Sidang Senat Terbuka Penerimaan Mahasiswa Baru Pminyakteknik Manufaktur Bandung*, p. 4, 2009.
- [8] A. Alhamidi, M. Fitriullah and M. Dewi, "Evolusi Mikro Paduan Al 6061 Hasil Proses Canai Dingin Terhadap Sifat Mekanik," *Jurnal TEKNIKA*, pp. 2-2, 2016.
- [9] J. a. D. G. R. William D. Callister, *MATERIAL SCIENCE and ENGINEERING; An Introduction*, New York: John Wiley, 2013.