

EKSPLORASI DESAIN *FIN SURFBOARD* DENGAN MENGGUNAKAN *3D PRINTING FDM*

EXPLORATION OF FIN SURFBOARD DESIGN USING 3D PRINTING FDM

Rio Ferdinand¹, Phebe Valencia²

^{1,2}Desain Produk, Fakultas Desain, Universitas Pelita Harapan
e-mail: rio.ferdinand@uph.edu¹, phebe.valencia@uph.edu²

Diterima: Oktober, 2021 | Disetujui: Oktober, 2021 | Dipublikasi: Oktober, 2021

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penggunaan *3D printer* dalam memproduksi produk. Metode *3D printing* mempunyai kelebihan, yaitu dapat diproduksi dengan jumlah sedikit, presisi serta memiliki bentuk yang lebih bermain. Dalam artian tidak dibatasi oleh arah bukaan cetakan dan lainnya. Objek yang dipilih adalah sirip papan selancar (*fin surfboard*), karena produk tersebut berdimensi kecil, dan umumnya dibuat dengan material plastik sehingga ideal untuk dijadikan objek penelitian. Diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan desain *fin surfboard* yang memiliki nilai kebaruan, baik dalam sisi desain bentuk maupun metode produksi.

Kata Kunci: *3D Printing, Desain, Papan Selancar*

Abstract

This study aims to explore the use of 3D printers in producing products. 3D printing method has the advantage that it can be produced in small quantities, precise and has a more playful shape. In the sense that it is not limited by the direction of the mold opening and others. The object chosen was a surfboard fin, because the product has small dimension, and is generally made with plastic material, making it ideal for research objects. It is hoped that this research can produce a fin surfboard design that has a novelty value, both in terms of shape design and production methods.

Keywords: *3D Printing, Design, Surfboard*

PENDAHULUAN

Tujuan Eksplorasi

Penelitian ini merupakan rangkaian dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan eksplorasi kemampuan metode *3D printer* dalam menghasilkan produk yang siap pakai. Peneliti mencoba menggali topik ini setelah melihat contoh eksplorasi dari Hexa Surfboard, yang berhasil membuat papan selancar (*surfboard*) dengan menggunakan *3D Printing*. Namun berdasar penelitian sebelumnya, dimana

peneliti kesulitan untuk mendapatkan akses untuk *3D printer industrial grade* yang dapat mencetak produk berukuran besar, peneliti memilih objek komponen yang lebih kecil, yaitu bagian sirip (*fin*) dari papan selancar.



Gambar 1 3D Printing Surfboard oleh Hexa Surfboard
(Sumber: <https://www.wyvesurf.com/about-us#material>)

Fin Surfboard

Fin surfboard, umumnya diproduksi dengan 2 macam cara, yaitu produksi massal dengan menggunakan material plastik dan produksi satuan dengan menggunakan teknik cetakan dengan material *fiberglass* dan resin. Produksi massal memiliki kelebihan dari sisi kualitas yang seragam, namun harus diproduksi dengan jumlah yang banyak, setidaknya dalam jumlah ribuan. Sehingga bentuk yang dihasilkan umumnya seragam. Sedangkan produksi rumahan (satuan), umumnya mudah dilakukan, namun produk yang dihasilkan kurang presisi.

Metode *3d printer*, diharapkan dapat menjembatani aspek tersebut dengan menghasilkan produk yang presisi, dapat diproduksi dalam jumlah kecil dan bentuk yang lebih eksploratif.

HANDMADE BATIK FINS

Posted 7 years ago by Deus Indonesia

Like 141 Tweet Share 8

Fins, who would have thought that these bits of fiberglass and resin would change your board so much? Well, we do and since we take the time to hand shape our sticks, why wouldn't we hand shape fins as well and that's why over here at The Temple we grow our own, and if I say so myself they're, "The Tits". Hand crafted, with a Batik inlay and hand foiled for perfect flex appeal.

So next time you drop in on a bomb and that fin engages and slingshots you right in to the pocket give us a nod as you roll by or even better, grab a different shape and see how your board responds. Fins, who knew? Maybe The Druids...



Gambar 2 Fin bermotif batik buatan pengrajin yang diproduksi secara manual.
(Sumber: <http://deuscustoms.com/blog/fin-soup-2/>)



Gambar 3 Fin yang diproduksi secara manual oleh Alkali Fins (Australia)
(Sumber: <https://alkalifins.com>)

Pemilihan Material ABS

Melalui penelitian sebelumnya, peneliti mendapatkan hasil bahwa hasil *printing* dengan material plastic ABS memiliki tingkat kehalusan yang lebih tinggi dibandingkan dengan PLA. Serta hasil *printing*-nya lebih stabil (tidak banyak bagian yang bolong). Namun kekurangannya adalah dari sisi biaya dan akses. Biaya *printing* material ABS cenderung lebih mahal dari material PLA, dengan kisaran harga Rp 2.000 – 3.000 / gram. 3D *printer* yang tersedia di UPH hanya dapat *print* material PLA dan tidak dapat mencetak dengan material ABS ini. Selain itu, vendor yg mampu untuk 3D *Printing* ABS juga terbatas. Pemilihan material ABS, juga berdasarkan referensi dari website FCS <https://www.surffcs.eu/collections/fins>), dimana disebutkan salah satu material yang dipakai adalah berjenis *thermo polymer*.

Objek Penelitian *Fin Surfboard*

Objek penelitian yang dipilih adalah *fin* dari *surfboard*. Produk ini dipilih berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

1. Memiliki dimensi yang kecil. kurang dari 50% batas kemampuan *print* dari mesin. Sehingga tergolong sangat aman dari *error* seperti *warping*, *over heat*, yang kerap terjadi di penelitian sebelumnya.
2. Umumnya diproduksi dengan material *thermo polymer*. Sama seperti material yang digunakan oleh 3D *printer*.
3. Peneliti pernah melakukan perancangan produk papan selancar (*surfboard*)
4. Memiliki *locking system* yang membutuhkan kepresisian tinggi. Sehingga cocok untuk diproduksi dengan mesin.
5. Desain yang beredar umumnya memiliki bentuk yang serupa. Sehingga masih ada peluang bagi desainer untuk mengembangkan bentuk yang lebih menarik

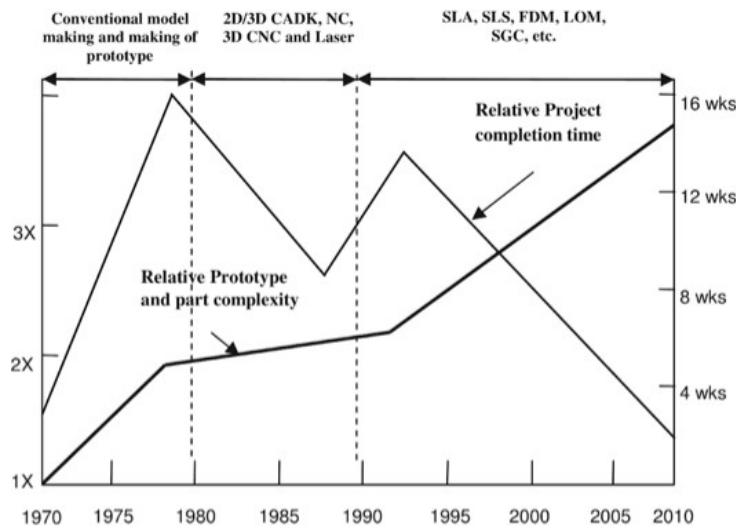
1. Spesifikasi Perancangan :

2. Objek : *Fin Surfboard*
3. Dimensi : 20 x10x 1 cm
4. Material : ABS+
5. Tujuan : - Memproduksi Fin dengan menggunakan 3D *Printer*
- Merancang produk dengan desain yg lebih inovatif.

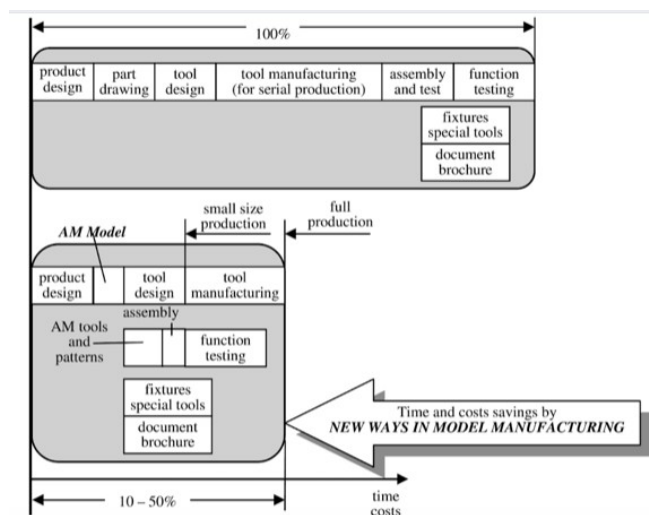
KAJIAN TEORI

Rapid Prototyping telah berkembang menjadi semakin cepat (efisiensi waktu) dan semakin baik (kompleks). Khususnya dengan hadirnya 3D *printer* berbasis *Liquid*, *Powder* dan *FDM*. Perkembangan ini membuat desainer produk dapat mengembangkan produk dengan lebih cepat, presisi dan efisien. Serta

memungkinkan untuk memproduksi produk dengan tingkat presisi yang baik, dalam jumlah yang relatif sedikit, namun tetap dalam harga yang terjangkau.



Gambar 4. Perkembangan Rapid Prototyping dalam 40 tahun.
 (Sumber: Chua, Kai Chee , Leong, Kah Fai. 2014. 3D Printing and Additive Manufacturing: Principles and Applications (with Companion Media Pack) Fourth Edition of Rapid Prototyping. Taiwan : Word Scientific Publishing Company)



Gambar 5. Dampak Perkembangan 3D Printing terhadap Desainer Produk. (Sumber: Chua, Kai Chee , Leong, Kah Fai. 2014. 3D Printing and Additive Manufacturing: Principles and Applications (with Companion Med))

Fin pada Surfboard

Fin surfboard, memiliki bentuk seperti sirip yang berada di bagian bawah papan selancar. Berfungsi seperti sayap pada pesawat dan roda pada mobil. Tanpa *fin*, papan selancar dapat berputar dan sulit untuk dikontrol. Dengan menggunakan *fin*, papan selancar dapat diarahkan dengan memanfaatkan fin sebagai poros putar (*pivot point*).

Fungsi

Fungsi dari *fin* adalah untuk mengontrol *surfboard*, khususnya dalam hal kecepatan,

responsive, stabilitas dan daya cengkram *surfboard* terhadap ombak.

Jenis Fin System / Cara Pemasangan.

Ada 3 sistem yang paling populer, yaitu FCS 1 (dipasang dengan sekrup), FCS2 (tanpa sekrup), dan *Futures*.

Konfigurasi Fin

Umumnya ada 5 konfigurasi yaitu *single fin*, *twin fin*, *thruster*, *quad fin*, dan *five fins*. Setiap konfigurasi mempunyai karakter pengendalian yang berbeda beda.

Material Fin

Fin yang diproduksi secara massal menggunakan mesin fabrikasi umumnya menggunakan *thermo* plastik, bambu, *carbon* ataupun gabungan dari material tersebut. Tahapan finishing menggunakan alat potong yang terukur, seperti mesin CNC, ataupun *router* Sedangkan *fin* yang diproduksi secara manual / tradisional umumnya menggunakan resin dan serat (fiberglass, serat karbon, ataupun material lain seperti kain). Proses *finishing* umumnya menggunakan alat sederhana seperti menggunakan gurinda maupun amplas.

Desain Fin

Bentuk desain fin di pengaruhi beberapa hal.

1. Ukuran

- Semakin besar Ukuran = maka akan semakin stabil.
- Semakin kecil Ukuran = maka akan semakin lincah.

2. Fin Base dan Fin Depth

- Semakin lebar *FIN BASE* = lebih terkontrol
- Semakin kecil *FIN BASE* = lebih cepat
- Semakin lebar *FIN DEPTH* = lebih stabil, tetapi berat
- Semakin kecil *FIN DEPTH* = lincah, tetapi ringan

3. Fin Rake

- Semakin lebar *FIN RAKE* = Daya cengkram semakin baik
- Semakin kecil *FIN RAKE* = Daya cengkram

4. Fin Foil

- Merupakan tampak potongan bentuk *fin*.
- Berfungsi untuk mengalirkan air (*waterflow*)
- Ada beberapa jenis bentuk *fin foil*
- Semakin tipis maka semakin lentur
- Semakin tebal maka akan nambah volume dari *fin*.
- Bentuk dan ketipisan *foil* tergantung dari jenis material
- Material plastik dapat menggunakan bentuk *foil* yang tipis
- Umumnya *fin* yang dibuat secara *handmade* bentuk *foil*-nya hanya rata saja, bahkan sebagian tidak merata.

5. Fin Cant

- Merupakan sudut kemiringan *fin* dari tampak belakang
- Sudut tegak lurus : semakin cepat

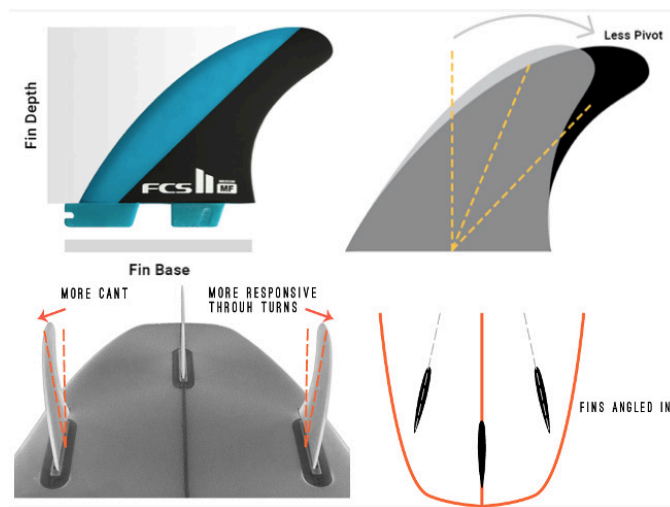
- Sudut miring : semakin responsif.

6. Fin Toe

- Merupakan sudut kemiringan *fin* dari tampak atas
- Sudut tegak lurus : semakin cepat
- Sudut miring : semakin responsif.

Kesimpulan desain *fin*

Dengan demikian ada 6 komponen dasar dalam desain sebuah *fin*. Pada dasarnya, *fin* berfungsi seperti roda pada kendaraan, sehingga perbedaan bentuk dan ukuran akan berpengaruh pada sensasi berkendara. Berikut rangkuman dari studi desain *fin* .



Gambar 6. Elemen desain fin

Tabel 1. Desain Fin Surfboard

	Size (volume)	Based (Panjang)	Depth (tinggi)	Rake (sudut lengkung)	Foil (hydro dinamic)	Cant (sudut belakang)	Toe (sudut atas)
KECIL	+ Stabil	+Control	+Stabil	+ Grip	+ Flex	+ Cepat	+ Cepat
BESAR	+ Lincih	+Speed	+Lincih	- Grip	+ Stiff	+ Responsif	+ Responsif

METODOLOGI

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan melalui tahapan :

1. Analisa bentuk dan kontruksi dari produk yang ada
2. Survey dan *FGD*
3. Pembuatan desain baru

PEMBAHASAN

TAHAP 1 : Analisa bentuk dan kontruksi dari produk yang ada

Survey Trip 1

Peneliti melakukan survei ke desa Cimaja, Pelabuhan Ratu pada tanggal 26 -27 Maret 2021.

Fin Batik

1. *Fin* batik merupakan salah satu produk yang banyak diminati oleh turis penggiat olahraga selancar
2. Turis mancanegara tertarik pada bentuk corak dari Batik yang digunakan. Bukan karena bentuk ataupun performanya tetapi sebagai *souvenir* khas Indonesia.
3. *Fin* ini juga dijual dan di-*display* dengan sangat baik di toko peralatan selancar sekitar.
4. Selain batik, juga ditemukan *fin* dengan bahan bambu.
5. *Fin* batik di produksi, menggunakan material kain batik, serat kaca dan resin.
6. Metode produksi sama seperti memproduksi produk berbahan *fiberglass*
7. Peneliti bertemu dengan 2 turis Australia yang memesan *fin* batik alam jumlah besar untuk dijual kembali di negaranya.



Gambar 7. *Fin* Batik Cimaja



Gambar 8. *Fin* Bambu Cimaja



Gambar 9. Produksi *Fin* Batik oleh Pak Jiti

Eksplorasi Desain *Fin*

1. Peneliti melakukan interview informal dengan 2 peselancar dari Jakarta, dan 4 peselancar dari desa Cimaja. Berikut penjabaran wawancara berikut :
 - Wawancara dengan Sdr. Jitli (Pengrajin fin batik , pengalaman 25 tahun)

- i. Memproduksi fin batik sejak tahun 2010
- ii. Peminat umumnya turis
- iii. *Fin* menggunakan kain batik yang tersedia di pasar setempat
- Wawancara dengan Sdr. Iman (Fotografer surfing , pengalaman 15 tahun)
 - i. *Fin* seperti ban pada mobil. Berguna untuk control
 - ii. Konfigurasi 4 *fin* lebih stabil, 3 *fin* lebih lincah
 - iii. Jika menggunakan papan besar, *fin* sebaiknya kecil
 - iv. Jika menggunakan papan kecil, *fin* sebaiknya besar
- Wawancara dengan Sdr. Bina (Instruktur surfing , pengalaman 15 tahun)
 - i. *Fin* batik buatan lokal lebih kuat, tetapi mudah pecah
 - ii. *Fin* pabrikan (plastic), lebih lentur
- Wawancara dengan Sdr.Sendi ((Instruktur *surfing* , pengalaman 15 tahun)
 - i. Tertarik untuk mencoba *fin* 3D (*dimple*)
 - ii. Tetapi tidak sempat mencoba karena prioritas pekerjaan sebagai instruktur *surfing*.
- Wawancara dengan Sdr. Bois (Pegiat *surfing* Jakarta, pengalaman 10 tahun)
 - i. Menggunakan *fin* sistem yang berbeda dengan fin yang disediakan oleh peneliti
 - ii. Tidak ada ketertarikan untuk mencoba *fin* dengan bentuk yang eksploratif.
- Percobaan dengan sdr Rio (Pegiat *surfing* Jakarta, pengalaman 10 tahun)
 - i. Tidak ada perbedaan antara *fin* berbagai bentuk terhadap kecepatan paddle.
 - ii. Tidak ada perbedaan signifikan ketika berselancar



Gambar 10. *Fin* yang diuji

2. Seluruh peselancar tersebut tidak tertarik dengan bentuk *fin* yang eksploratif.
3. Mereka tertarik dengan desain *fin* yang sudah dipakai oleh peselancar professional. Bukan desain yang eksploratif.

Kesimpulan Trip 1

1. *Fin* Batik sangat diminati karena corak kain batik.
2. Tidak ada yang tertarik untuk pengembangan desain bentuk *fin* yang eksploratif.
3. Sangat sulit untuk merasakan perbedaan performa desain *fin*. Kesimpulan ini didapat karena :
 - Desain performa baru bisa dirasakan oleh peselancar level professional
 - Pendapat setiap surfer sangat beragam, tidak ada satu pola yang sama.

4. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, peneliti akan melakukan survey melalui FGD.

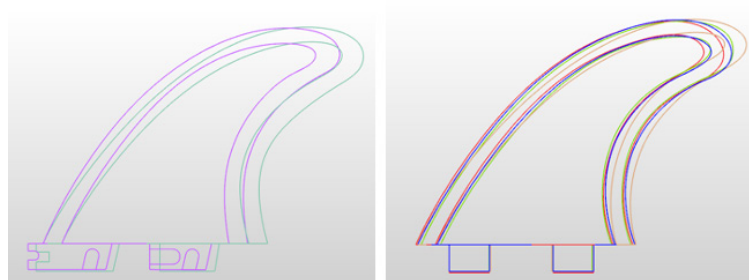
TAHAP 2 : Survey Fin yang ada di pasaran

Peneliti melakukan pengukuran dan studi bentuk dari 6 buah fin yang didapatkan. Ke-enam *fin* ini mempunyai bentuk, material, dan teknik pembuatan yang berbeda. Berikut hasil data yang di dapat.



Gambar 11. Keenam fin yang dipelajari

1. Setiap *fin* mempunyai bentuk lengkungan yang berbeda, yang biasanya disesuaikan dengan fungsinya. Secara prinsipnya panjang *fin* berpengaruh pada radius putar, tinggi berpengaruh pada tingkat daya cengkraman.



Gambar 12. Perbandingan Lengkungan Fin

2. Penggunaan istilah *hi-tech oriented* sering ditemukan untuk menonjolkan sisi performa dari produk tersebut. Misalnya *3D Technology, Carbon, Composite, Hex Core*, dan sebagainya.
3. *Fin* yang diproduksi secara tradisional, umumnya menggunakan serat fiber dan resin. Dan ukurannya cenderung tidak presisi serta memiliki bobot yang berat.

Tabel 2. Data Perbandingan *Fin*

NO	NAMA FIN	FIN SISTEM	MATERIAL	DIMENSI (mm)									
				Panjang	Tinggi	A Front Over	B Point A-C	C Mid Over	D Point C-E	E Rear Over	F Front Base	G Rear Base	I Base Height
1	BATIK	FCS 2	Fiberglass	173,0	132,5	3,7	40,6	21,6	31,7	25,7	41,0	29,2	14,7
2	REACTOR	FCS 2	Thermoplastic	166,0	129,0	8,0	36,8	20,0	33,0	19,2	41,4	29,8	13,9
3	3DFINS	FCS 1	Hexcore /Fiberglass	157,0	128,5	17,0	20,5	32,5	20,5	20,0	20,5	20,5	14,3
4	MS	FCS1	Thermoplastic	162,0	129,0	16,1	20,5	32,5	20,5	21,1	20,5	20,5	13,6
5	GS	FCS1	Thermoplastic	159,0	128,0	14,3	20,2	32,4	20,2	19,8	20,2	20,2	13,9
6	Carbon RFC Airlite	FCS1	Carbon Fiber Resin	168,0	129,0	16,5	21,2	31,2	21,2	21,8	21,2	21,2	13,7

NO	NAMA FIN	FIN SISTEM	MATERIAL	KETEBALAN RAIL POINT (RP)												KETEBALAN FIN		OFFSET FIN			
				RP 0	RP 1	RP 2	RP 3	RP 4	RP 5 Top	RP 6	RP 7	RP 8	RP 9	RP C1	RP C2	DEPAN	BLKNG	RP A1	RP A2	RP B1	RP B2
1	BATIK	FCS 2	Fiberglass	6,1	5,0	4,5	4,2	4,2	3,8	3,1	3,6	3,6	5,7	6,9	6,9	6,0	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0
2	REACTOR	FCS 2	Thermoplastic	5,2	5,2	5,1	4,3	4,3	3,2	1,9	2,3	2,5	3,2	6,9	6,0	6,0	6,0	0,0	0,0	-0,5	-1,0
3	3DFINS	FCS 1	Hexcore /Fiberglass	5,8	6,3	6,6	6,0	5,0	4,0	2,7	3,7	3,7	4,4	6,8	6,6	6,0	6,0	0,4	0,4	0,4	0,4
4	MS	FCS1	Thermoplastic	6,6	6,1	5,8	5,4	4,4	3,4	2,0	1,7	2,7	2,6	7,1	5,0	6,0	6,0	0,7	0,4	-1,1	-1,5
5	GS	FCS1	Thermoplastic	5,8	4,8	4,4	3,9	3,6	3,1	2,9	2,8	3,0	4,1	6,5	6,0	6,1	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Carbon RFC Airlite	FCS1	Carbon Fiber Resin	5,4	5,3	5,1	4,8	4,0	3,1	2,2	2,8	2,8	4,0	6,4	6,0	5,8	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0

TAHAP 3 : Forum Group Discussion / FGD

Peneliti juga melakukan FGD berbentuk kuesioner online mengenai desain *fin*. FGD ini dilakukan terhadap komunitas peselancar di Jakarta dan sekitarnya. Berikut rangkuman qesioner yang sudah dilakukan:

1. Direspon oleh 12 responden
2. 83% Laki” dan 17% Perempuan
3. 75% berusia diatas 30 tahun
4. 67% sudah surfing lebih dari 5 tahun. 33 % sekitar 2- 5 tahun.
5. 84% memiliki kemampuan *intermediate*
6. 75% memiliki lebih 2 papan *surfing* atau lebih
7. 83% memiliki 2 set *fin* atau lebih
8. 84% menggunakan *fin system* FCS1, 50% menggunakan FCS 2
9. 75% tertarik dengan *fin system* yang menggunakan teknologi material baru.
10. 55% tertarik dengan bentuk *fin* bolong (*hollow*), 45% tertarik dengan bentuk *crinkle*.



Gambar 13. *Hollow fins* dan *Crinkle Fins*

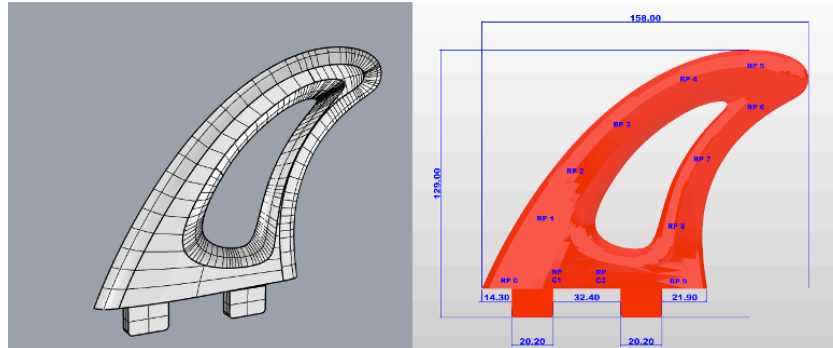
Berikut kesimpulan FGD, berdasarkan jumlah responden terbanyak. Hasil kesimpulan ini akan digunakan sebagai batasan pengembangan desain baru :

1. *Fin* sistem FCS 1.
2. Menggunakan teknologi baru, dalam hal ini metode produksi menggunakan *3D Printing*.
3. Desain kombinasi dari *Hollow Fin* dan *Crinkle Fins*.

TAHAP 4 : PERANCANGAN DESAIN BARU

Desain Final 1

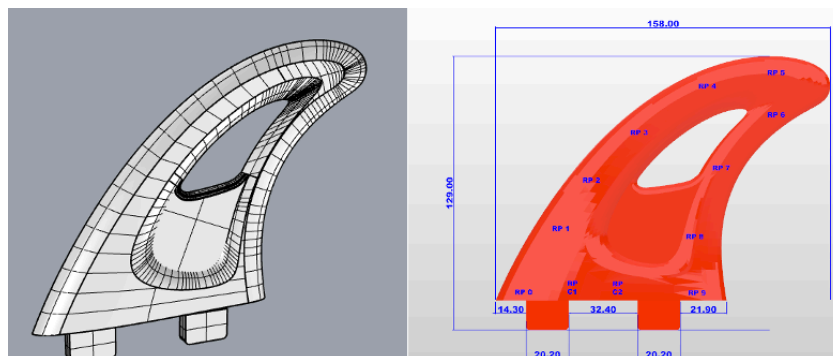
Merupakan desain akhir penelitian. Namun dikhawatirkan bagian belakang rentan patah, sehingga peneliti menambahkan penguatan struktur di bagian belakang.



Gambar 14. Desain Final 1

Desain Final 2.

Desain ini memiliki struktur yang lebih kuat. Namun perlu dilakukan pengetesan prototipe untuk mendapatkan *feedback*.



Gambar 11. Desain Final 2

Uji Coba

Tahapan uji coba ini belum dapat dilakukan karena adanya kendala dalam mengunjungi area studi (Sukabumi) dalam kondisi PPKM. Sehingga penelitian ini selesai pada tahap desain final saja.

SIMPULAN & REKOMENDASI

Kesimpulan

1. Pengrajin lokal memproduksi *fin* dengan kain batik (Fin Batik) yang diminati oleh market. Hal ini berdasar temuan :
 - Produk dijual di toko sekitar
 - Produk diminati oleh penggiat selancar mancanegara. Peneliti bertemu dengan peselancar mancanegara yang melakukan order dalam jumlah besar kepada pengrajin lokal.
 - Produk juga digunakan oleh penggiat selancar lokal.
 - Pengrajin lokal juga memproduksi *fin* dengan material bambu dan resin.
2. *Fin* yang diproduksi secara manual dengan menggunakan teknik produksi

seperti *fiberglass*, tidak presisi. Hal ini berdasar pengukuran kuantitatif yang telah dilakukan seperti ditampilkan pada kolom berwarna jingga di table 2.

3. Final desain yang dihasilkan telah sesuai dengan *feedback* dari FGD. Dan desain ini paling optimal jika diproduksi menggunakan metode *3D Printing* karena hal teknis sebagai berikut:

Temuan dan Kendala Penelitian

- Kondisi PPKM dan melonjaknya kasus covid di area Tangerang dan Sukabumi, menyulitkan untuk melakukan kunjungan secara terjadwal.
- Lokasi penelitian lebih ideal dilakukan di desa Cimaja, Sukabumi. Karena kondisi lingkungan (ombak) yang lebih konsisten dan ideal untuk melakukan uji coba. Namun lebih sulit dijangkau dalam situasi PPKM. Alternatif lainnya dilakukan di desa Pasauran, Carita. Area ini lebih mudah dijangkau, namun situasi alam (ombak) lebih tidak konsisten untuk melakukan pengetesan. Selain itu jumlah penggiat peselancar di area ini jauh lebih sedikit.
- Membutuhkan waktu untuk melakukan pendekatan sosial kepada masyarakat sekitar. Sebelumnya peneliti kurang melakukan hal ini, sehingga hubungannya hanya sebatas penyedia jasa dan pembeli jasa saja. Dampaknya adalah ketika ada pembeli jasa yang lain (turis/ wisatawan), maka akan sangat sulit untuk mendapatkan waktu dan partisipasi dari warga lokal.

Rekomendasi

1. Perlu waktu yang lebih banyak untuk melakukan pendekatan sosial kepada tokoh masyarakat sekitar area penelitian.
2. Penelitian ini dilanjutkan sampai pada tahapan percobaan prototipe. Sehingga mendapatkan hasil dan analisa yang terukur.

DAFTAR PUSTAKA

- Chua, Kai Chee , Leong, Kah Fai. 2014. *3D Printing and Additive Manufacturing : Principles and Applications (with Companion Media Pack) Fourth Edition of Rapid Prototyping*. Taiwan : Word Scientific Publishing Company,
- Ferdinand, Rio (2018). 'Eksplorasi Teknik Untuk Finishing Produk Hasil 3D Printing FDM dengan Material ABS dan PLA. Tangerang : Fakultas Desain Universitas Pelita Harapan
- Ferdinand, Rio (2019). 'Eksplorasi Desain Struktur Cover Body Motor Dengan Menggunakan 3D Printing FDM. Tangerang : Fakultas Desain Universitas Pelita Harapan
- Bangera, Jeeve (2016). 3D Printing Filaments: What Options Do You Have? Retrieved July 5, 2021 , from Inkwholesale website : <https://blog.inkjetwholesale.com.au/3d-printing/3d-printing-filaments-options/>
- Plastic? Resin? Powder? Why Paper May Be Right For Your 3D Printing Application. Retrieved July 7, 2021 from Engineering.com website https://www.engineering.com/ResourceMain.aspx?resid=191&e_src=relres-ecom
- Turner, Kristen (2011). From Design To Powder To Product - How Color 3D Printing Really Works. Retrieved May 20, 2021 from Ponoko.com Website <https://www.ponoko.com/blog/ponoko/from-design-to-powder-to-product-how-color-3d-printing-really-works/>
- Saunders, Sarah (2018). 3D Printed Fins Help Surfers Catch The Perfect Wave and May Signal a Sports Industry Revolution. Retrieved August 8 2021, from 3dprint

website : <https://3dprint.com/219790/uow-3d-printing-surfboard-fins>
Sheppard, Brodey (2018). FCS vs Futures Fin Boxes. Retrieved July 21 2021, from SurfNation website : <https://www.surfnation.com.au/blogs/news/fcs-vs-futures-fin-boxes>
PLA vs ABS Filament - Plastic Strength, Flexibility Compared! Buyer's Guide 2021 Retrieved May 20, from Allthat3D Website: <https://www.allthat3d.com/pla-vs-abs/>
How to Choose Your Surf Fins. Retrieved Sept 10 2021, from SingleQuiver Website <https://www.singlequiver.com/enelpico/en/how-to-choose-your-surf-fins/>
Wyve Is Shaping The Future Of Surfboards. Retrieved August 2 2021, from Wyve website:<https://www.wyvesurf.com/about-us#material>
Concept Boards : The Ultimate In Customizing Your Board. Retrieved August 2 2021, from Proctorsurf website : <https://proctorsurf.com/board-models/concept-boards/>
Mink Tech : Under The Surface. Retrieved August 5 2021, from Minksurf website : <https://minksurf.com>
The Definitive Surfboard Fin Guide. Retrieved July 10 2021, from Boardcave website : <https://www.boardcave.com/the-surfers-corner/the-surfboard-fin-guide>