

ANALISIS UKURAN ANTROPOMETRI PELINDUNG WAJAH COVID-19 HASIL MANUFAKTUR MESIN 3D PRINTING

Zulfadli ^{1*}, Mahmud ², M. Dirhamsyah³, Samsul Bahri³, Azwar ², Sariyusda ²

¹ Program Studi Mekatronika, Politeknik Aceh

² Program Studi Teknologi Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

³ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: zulfadli@politeknikaceh.ac.id

Article history

Received:

25-02-2025

Accepted:

06-11-2025

Published:

30-12-2025

Copyright © 2025
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Pandemi COVID-19 tidak hanya mengakibatkan korban jiwa tetapi juga menyebabkan kelangkaan Alat Pelindung Diri (APD) yang akan dipakai oleh tenaga medis. Sebagai respons, komunitas global memanfaatkan teknologi *3D printing* untuk memproduksi *face shield*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi kesesuaian dimensi *face shield* hasil manufaktur menggunakan *3D printing* terhadap ukuran antropometri kepala dengan data populasi Indonesia. Data antropometri tiga segmen kepala (panjang kepala/D1, lebar kepala/D2, dan tinggi wajah/D3) dikumpulkan dari 377 subjek. Tiga model *face shield* (PW1: *low grade*, PW2: *medium grade*, PW3: *high grade*) diproduksi menggunakan mesin *3D printing*. Hasil analisis menunjukkan bahwa desain yang ada belum sepenuhnya sesuai dengan persentil populasi Indonesia. Diperlukan perbaikan pada ukuran dimensi rangka dan visor dengan menyesuaikan antropometri ukuran populasi Indonesia serta parameter proses *3D printing* dan kualitas produk *face shield* yang dihasilkan dengan desain yang lebih ergonomis.

Kata Kunci: Alat Pelindung Wajah, Antropometri, COVID-19, Manufaktur, 3D Printing

Abstract

The COVID-19 pandemic has not only resulted in significant loss of life but has also caused a critical shortage of Personal Protective Equipment (PPE) for healthcare workers. In response, the global community has leveraged 3D printing technology to produce face shields. This study aims to analyze and evaluate the conformity of the dimensions of 3D-printed face shields with the head anthropometric measurements of the Indonesian population. Anthropometric data from three head segments (Head Length/D1, Head Breadth/D2, and Face Height/D3) were collected from 377 subjects. Three face shield models (PW1: *low grade*, PW2: *medium grade*, PW3: *high grade*) were manufactured using a 3D printing machine. The analysis results indicate that the existing designs are not fully compatible with the percentile dimensions of the Indonesian population. Modifications to the frame and visor dimensions are required to better align with Indonesian anthropometric data. Additionally, adjustments in 3D printing process parameters and improved product quality are essential to achieve a more ergonomic design.

Keywords: Face Protective Equipment, Anthropometrics, COVID-19, Manufacturing, 3D Printing

1.0 PENDAHULUAN

Pada tanggal 7 September 2020 Pemerintah Aceh akhirnya mengikuti langkah pemerintah pusat dengan mengeluarkan Peraturan Gubernur Aceh Nomor 51 Tahun 2020 tentang peningkatan penanganan COVID-19, penerapan disiplin dan penegakan hukum protokol kesehatan di Aceh. Dengan dikeluarkannya aturan ini, pemerintah berharap dapat mengontrol penyebaran COVID-19[1]. Penggunaan alat pelindung diri (APD)

berupa alat pelindung wajah (*face shield*) yang berkepanjangan dapat menyebabkan rasa tidak nyaman, dan ukuran alat pelindung wajah yang tidak sesuai bisa menyebabkan adanya persebaran virus secara cepat. Perbedaan dalam kesesuaian penggunaan alat pelindung wajah didasari adanya variasi ukuran antropometri wajah yang dapat dipengaruhi jenis kelamin, ras, usia, dan indeks massa tubuh (IMT)[2].

Desain *face shield* sudah banyak dirancang oleh beberapa tim desain produk, bahkan dapat diunduh secara

gratis pada situs-situs penyedia gambar produk model 3D. Hal ini dapat membantu pihak-pihak yang berkeinginan mengatasi kelangkaan alat APD untuk memproduksi *face shield* sendiri.

Sebagai salah satu APD utama, *face shield* digunakan oleh tenaga medis saat berhadapan langsung dengan pasien yang terinfeksi COVID-19. Alat ini dapat membantu mengurangi paparan *droplet* terutama saat pasien mengalami batuk atau bersin yang dapat mencapai kecepatan 10 m/detik dan 50 m/detik[3]. Pelindung wajah ini sangat dibutuhkan oleh para medis di garda terdepan untuk menangani para penderita COVID-19[4].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian dimensi desain *face shield* yang diproduksi dengan mesin *3D printing* terhadap data antropometri kepala dari populasi Indonesia, mengevaluasi hasil manufaktur rangka *face shield* dari mesin *3D printing* dalam memenuhi kebutuhan ukuran yang ergonomis untuk pemakaian oleh populasi Indonesia dan khususnya tenaga medis, serta memberikan rekomendasi perbaikan desain berdasarkan analisis gap antara dimensi produk yang sudah ada saat ini dengan data pengukuran antropometri Indonesia.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya sekadar memproduksi APD dengan mesin *3D printing*, tetapi juga memberikan dasar ilmiah khususnya dalam perancangan *face shield* yang sesuai dengan karakteristik fisik pengguna Indonesia dengan mengoptimalkan peran mesin *3D printing* dalam menanggapi krisis kesehatan yang terjadi pada dunia global.

2.0 METODE

Dalam penelitian ini, beberapa metode yang digunakan terkait dengan perancangan dan pembuatan alat pelindung wajah sebagai opsi pelindung diri para tenaga kesehatan dari potensi penyebaran virus COVID-19, di antaranya adalah sebagai berikut:

2.1. Alat Pelindung Wajah

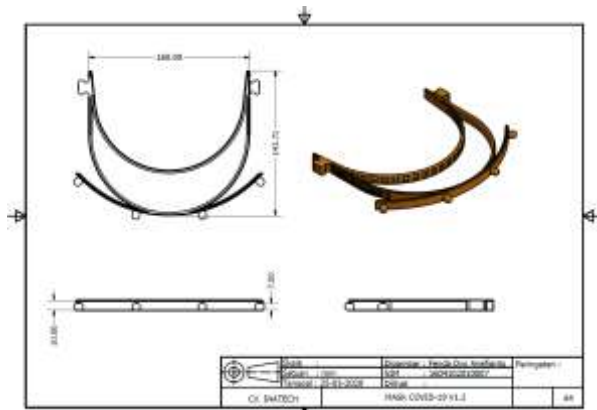
Alat pelindung wajah dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu bagian rangka, bagian *visor* serta bagian karet pengikat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Material rangka merupakan filamen dan diproduksi menggunakan mesin *3D Printer* dan untuk *visor* merupakan material akrilik dengan ketebalan 0,2 mm dan karet pengikat yang digunakan merupakan karet pengikat yang digunakan oleh penjahit.



Gambar 1. Bagian-Bagian Utama Alat Pelindung Wajah

Untuk spesifikasi teknis bagian-bagian utama dari alat pelindung wajah "*face shield*" ini dapat ditelusuri dan dilihat pada detail Gambar 2 untuk gambar rangka *visor*

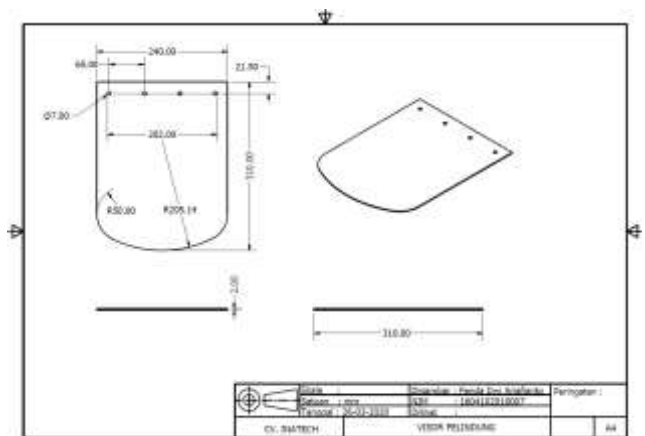
dan detail Gambar 3 untuk *visor* pelindung muka berikut ini.



Gambar 2. Bagian Rangka *Face shield*

Dalam desain dilakukan model *knock-down* antara *visor* dan rangka. Pada *face shield*, rangka memiliki fungsi utama sebagai penahan dari *visor* dan pengait bagian atas *visor* yang berlubang, fungsi utama dari *visor* sendiri adalah melindungi bagian mata serta bagian muka petugas medis atau pemakai dari paparan serta percikan zat-zat yang berpotensi berbahaya, gas dan partikel yang melayang di udara atau air, percikan benda kecil, panas, atau uap[5]. Serta secara fungsional diharapkan dapat menghambat penyebaran virus.

Bahwa pada bagian rangka *visor* mempunyai dua elemen ukuran penting, yaitu elemen yang berhubungan dengan antropometri wajah dan kepala manusia dalam hal studi kasus ini merupakan antropometri wajah penduduk Indonesia, yaitu "lebar rangka" yang ditunjukkan pada Gambar 2, dengan ukurannya 160 mm dan "Panjang Rangka" yang dengan ukurannya 143,71 mm. Kedua elemen dimensi ukuran ini akan terkait langsung dengan ukuran dimensi dari Panjang dan Lebar pada kepala manusia, khususnya antropometri penduduk Indonesia.



Gambar 3. Bagian *Visor* Alat Pelindung Wajah

Dalam desain dilakukan model *knock-down* antara *visor* dan rangka. Pada *face shield*, rangka memiliki fungsi utama sebagai penahan *visor* dan pengait bagian atas *visor* yang berlubang, sedangkan fungsi utama *visor* sendiri adalah melindungi bagian mata serta bagian muka pemakai dari paparan serta percikan zat-zat berbahaya[6].

Untuk mendapatkan fungsi utama dari perancangan *face shield* ini adalah melindungi mata dan wajah pengguna dan tenaga medis termasuk bagian tepi wajah dari percikan cairan, darah, atau *droplet*, serta hal-hal yang membahayakan lainnya. Produk *visor* yang akan dipasang pada rangka disarankan terbuat dari bahan plastik jernih yang tahan terhadap uap air. Hal ini memungkinkan tingkat kejelasan visual dan kenyamanan pemakai saat melihat dengan baik [7].

Dalam hal antropometri manusia, bagian kaca *visor* memiliki dua elemen ukuran yang sangat mempengaruhi yaitu "lebar *visor*", yang memiliki ukuran 240 mm, dan "tinggi *visor*", yang berukuran 310 mm. Kedua elemen ukuran ini mengacu pada dimensi lebar dan diameter maksimum yang diukur pada bagian dagu manusia sampai ukuran tertinggi pada bagian kepala manusia. Hal ini penting mengingat antropometri khususnya bagian kepala masyarakat Indonesia memiliki ukuran yang berbeda dengan masyarakat lain di dunia [8] [9].

2.2. Pengukuran Ukuran Kepala

Bagian kepala manusia merupakan bagian dari anggota tubuh yang sangat berperan penting, produk yang dihasilkan untuk pemakaian pada bagian kepala seharusnya dibuat dengan sangat mempertimbangkan kenyamanan dan keselamatan dari pengguna produk tersebut dalam hal ini berupa produk *face shield*. Oleh karena itu, informasi tentang antropometri kepala manusia khususnya masyarakat Indonesia sendiri akan sangat penting untuk berbagai proses desain untuk menghasilkan produk yang dipakai pada bagian kepala manusia.

Bagian kepala manusia merupakan anggota tubuh yang sangat berperan penting dalam kenyamanan dan keselamatan penggunaan produk yang dipakai di kepala. Informasi tentang antropometri kepala manusia khususnya masyarakat Indonesia akan sangat penting untuk berbagai proses desain produk kepala. Oleh karena itu, beberapa produk seperti helm, masker, *safety goggle*, kacamata, *headset*, dan berbagai produk lain yang berkaitan dengan kepala manusia memerlukan data antropometri kepala manusia dalam perancangannya [10] [11].

Sampai saat penelitian ini dilakukan, belum ada tabel pengukuran antropometri yang menunjukkan secara spesifik ukuran bagian tubuh dari masyarakat Indonesia. Perancangan produk untuk pengguna yang berasal dari Indonesia hingga kini, terkadang masih menggunakan ukuran antropometri penduduk yang berasal dari luar negeri yang ukurannya belum tentu sesuai dengan karakteristik fisik orang Indonesia itu sendiri [8] [11].

Dalam penelitian yang lain menyebutkan bahwa pada bayi yang baru lahir, ukuran dimensi lingkaran kepala yang normal adalah berkisar antara 34 cm sampai dengan 35 cm, dan ukuran ini akan terus bertambah sebesar 2 cm setiap bulannya, dalam rentang usia 0 bulan sampai dengan 3 bulan.

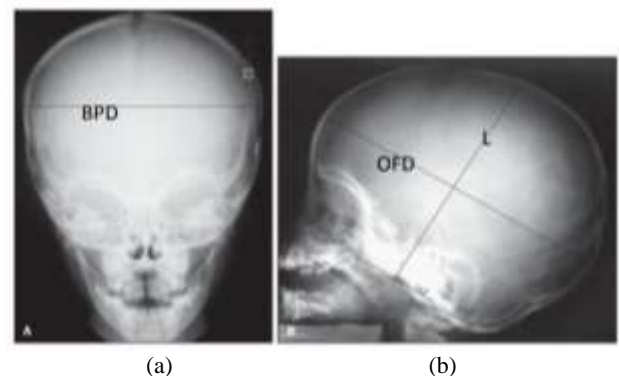
Sedangkan pada rentang usia 4 bulan sampai dengan 6 bulan akan bertambah 1 cm per bulannya, dan pada rentang usia bayi 6 bulan sampai dengan 12 bulan pertambahan ukuran lingkaran kepala terus bertambah sebesar 0,5 cm per bulan. Sampai berusia 5 tahun, ukuran

lingkar kepala biasanya berkisar sekitar 50 cm. Pada usia anak dari 5 tahun sampai dengan 12 tahun kenaikan sampai dengan rentang 52 cm sampai dengan 53 cm dan setelah anak berusia 12 tahun ke atas ukuran lingkaran kepala akan terus menetap dengan ukuran yang sama [8] [9] [11].

Pengukuran lingkaran kepala biasanya dilakukan oleh tenaga medis dengan melingkarkan pita pengukur fleksibel dari bahan yang elastik melalui bagian paling menonjol dibagian kepala belakang (*protuberantia occipitalis*) sampai ke bagian dahi (*glabella*). Untuk menghindari meningkatkan kemungkinan subjektivitas pengukuran, pengukuran sisi pita yang menunjukkan sentimeter berada di sisi dalam dari pita pengukur [7], [8].

Dari penelitian lanjutan diketahui bahwa kecepatan pertumbuhan tubuh khususnya ukuran lingkaran kepala memiliki pertumbuhan yang umumnya teratur pada kebanyakan orang. Khusus untuk pertumbuhan kepala bayi berlangsung dengan kecepatan yang relatif tinggi, tetapi akan melambat secara bertahap selama masa kanak-kanak dan mencapai kecepatan minimal pertumbuhan ketika mencapai masa pubertas sampai ke maturitas manusia.

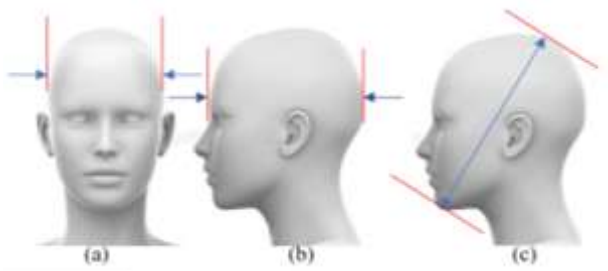
Tahap-tahap pertumbuhan ukuran lingkaran kepala ini tidak sama antara jenis kelamin manusia antara pria dan wanita. Dalam hal disebabkan dimorfisme seksual manusia, beberapa studi terdahulu menunjukkan bahwa anak-anak antara 1 sampai 5 tahun menunjukkan lingkaran kepala anak laki-laki lebih besar dibandingkan dengan lingkaran kepala anak perempuan, dengan perbedaan ukuran lingkaran kepala mencapai ukuran sekitar 5 sampai dengan 10 mm. Pada Gambar 4, ukuran *Biparietal Diameter* (BPD) dan *Occipitofrontal Diameter* (OFD) diukur untuk mendapatkan data ukuran kepala yang akan dipakai dalam proses desain [6] [7] [9] [11].



Gambar 4. Foto X-Ray Kepala *Cranial Size*

Pada studi kasus untuk perancangan alat pelindung wajah ini, ada 3 bagian tubuh khususnya di bidang kepala yang diperlukan ukuran dimensinya yaitu:

- Panjang kepala (D1)
- Lebar kepala (D2)
- Tinggi wajah (D3)



Gambar 5. Keterangan Data Antropometri Kepala
(a) D1 (b) D2 (c) D3

Ukuran panjang kepala menunjukkan proses pengukuran menggunakan pita elastis yang mengukur pada bagian diatas telinga kanan dan kiri dengan pita pengukur secara melingkar, proses pengukuran ditunjukkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5a. Sedangkan untuk pengukuran bagian Lebar Kepala ditunjukkan proses pengukuran menggunakan pita pengukur elastis yang dimulai dari atas alis dan telinga sampai pada bagian kepala paling menonjol di belakang kepala, proses pengukuran dilakukan seperti penunjukkan arah panah pada Gambar 5b.

Pengukuran ukuran tinggi wajah merupakan proses pengukuran dengan pita pengukur elastis yang mengukur dari bagian paling bawah dagu sampai bagian paling atas dari kepala, seperti yang di tunjukkan pada Gambar 5c. pada data tinggi wajah yang ditampilkan adalah hasil pengurangan dari tinggi keseluruhan dari tubuh manusia yang dikurangi hasil pengukuran[12].

Proses pengukuran diperlukan untuk penyesuaian perancangan desain alat pelindung wajah *face shield* untuk mendapatkan hasil yang ergonomis untuk dipakai tenaga medis dengan ukuran manusia Indonesia.

Data terkait hasil pengukuran dari tiga ukuran utama tadi diambil dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang berjudul “*Anthropometry of the Singaporean and Indonesian populations*” yang dilakukan Tan Kay Chuan, dkk.[13] pada tahun 2010 dengan subjek pengukuran yang terdiri dari 245 orang Laki-laki and 132 orang perempuan dari Indonesia (total berjumlah 377 orang subjek pengukuran). Data hasil pengukuran pada bagian kepala yang dilakukan pada penelitian sebelumnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Untuk Data D1 Dan D2
Ukuran Dalam (cm) Untuk Jenis Kelamin Laki-Laki

Ukuran	Jenis Kelamin Laki-Laki			
	5 tahun	50 tahun	95 tahun	SD
Head length	17	20	24	2,21
Head breadth	15	18	22	2,06

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Untuk Data D1 Dan D2
Ukuran Dalam (Cm) Untuk Jenis Kelamin Perempuan

Ukuran	Jenis Kelamin Perempuan			
	5 tahun	50 tahun	95 tahun	SD
Head length	14	17	21	2,48
Head breadth	16	18	20	1,72

Untuk ukuran kaca *visor* pelindung juga memakai ukuran tinggi wajah berdasarkan pengukuran pada penelitian sebelumnya, yang didapatkan dari hasil pengukuran dengan metode pengurangan tinggi kepala dikurangi nilai tinggi bahu pada subjek pengukuran ditunjukkan pada Tabel 2, 3, dan 4.

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran Untuk Data D3 Untuk Jenis Kelamin Laki-Laki

Ukuran	Jenis Kelamin Laki-laki			
	5 tahun	50 tahun	95 tahun	SD
Sitting Height	80	89	96	5,24
Sitting shoulder height	52	59	67	6,27

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Untuk Data D3 Untuk Jenis Kelamin Perempuan

Ukuran	Jenis Kelamin Perempuan			
	5 tahun	50 tahun	95 tahun	SD
Sitting Height	78	83	90	4,7
Sitting shoulder height	51	56	63	4,94

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data, berdasarkan tabel pengukuran data dimensi D1, D2 dan D3 dari salah satu sumber penelitian. Dapat diambil kesimpulan bahwa ukuran lebar kepala dan panjang kepala manusia pada tiap-tiap persentilnya mempunyai nilai yang berbeda-beda, hal ini berdasarkan data yang ada disebabkan adanya perbedaan jenis kelamin, perbedaan umur manusia dan jenis suku/etnis, yang bisa menyebabkan standar ukuran kepala berbeda-beda nilainya.

3.1. Hasil Perancangan

Hal tersebut menyebabkan masalah terjadi pada produk *face shield* COVID-19 yang menjadi studi kasus penelitian ini, rangka *face shield* berdasarkan hasil analisis terkait ukuran yang tersedia dari produk yang tersedia, dapat diambil kesimpulan bahwa untuk lebar kepala pada persentil 50 tahun berukuran $\pm 17-20$ cm. untuk desain produk yang sudah ada bernilai 16 cm. Ukuran ini perlu diberikan perbaikan dimensi $\pm 1-4$ cm lebih besar dari nilai persentil agar ukuran rangka *face shield* tidak terlalu sempit untuk penggunaan oleh tenaga medis[6], [9], [14].

Selanjutnya untuk bagian belakang dari *face shield* diberikan sistem *adjustment* untuk memudahkan penyesuaian pemakaian oleh tenaga medis berupa pita karet dengan lubang sebagai penguncinya, yang memungkinkan penyesuaian penggunaan oleh tenaga medis pada ukuran persentil terkecil masih bisa membesarkan dan mengecilkan ukuran karet memiliki panjang $\pm 7-10$ cm untuk memberikan kekuatan cengkraman pada kepala agar *face shield* terpasang tidak terjatuh ketika petugas medis bergerak[8], [10], [12].

Untuk bagian *visor* pelindung dipakai ukuran pengukuran D3 dalam Tabel 2, persentil terbesar yaitu 95 tahun dengan ukuran 33 cm. Ukuran *visor* perlu perbaikan berupa penambahan ukuran tinggi *visor* sebanyak ± 2 cm

dari nilai ukuran awal 31 cm agar nilai persentil terbesar petugas medis bisa terlindungi dari sebaran virus.

3.2. Proses Pembuatan

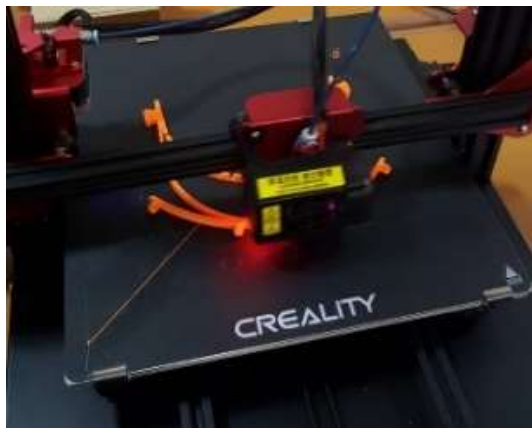
Pembuatan rangka untuk proses dengan parameter pemotongan antara lain sebagai berikut.

Tabel 5. Spesifikasi Parameter Permesinan Dengan 3D Printing

Type	Parameter
Layer Height	0,28
Density Infill	10%
Infill Pattern	Line
Speed	70
Travel Speed	120
Total Weight	16 g
Est. Time	1h 30m

Bahan baku yang digunakan ada beberapa jenis filamen PLA. Untuk melakukan produksi dibutuhkan alat mesin 3D *print creality*, dengan ada mesin 3D yang tersedia di Laboratorium Desain Manufaktur, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala.

Pada Gambar 6 sampai dengan Gambar 9 dapat dilihat proses pembuatan untuk bagian-bagian utama dari *face shield*.



Gambar 6. Proses Pembuatan Rangka *Face Shield* Pada Mesin 3D Printing



(a)



(b)

Gambar 7. Hasil Produksi Rangka *Face Shield* Pada Mesin 3D Printing



Gambar 8. Hasil Produksi *Visor Face Shield* Setelah Proses Pemotongan Pada *Mesin Cutting*



Gambar 9. Hasil Produksi *Face Shield* Setelah Proses *Assembly*

Analisis antropometri terhadap beberapa persentil populasi Indonesia menjadi dasar penentuan ukuran *frame* dan *visor* yang akan diproduksi menggunakan mesin 3D *printing*. Kesesuaian produk yang diproduksi dengan mesin 3D *printing* memastikan bahwa desain akhir nyaman dipakai dalam waktu lama tanpa menimbulkan tekanan berlebihan pada titik tertentu di kepala dan wajah.

Dengan jaminan perlindungan maksimal dengan *coverage area* yang sesuai dan tidak adanya celah yang bisa membahayakan pemakainya yaitu tenaga medis. memiliki ukuran yang bisa diatur, sehingga dapat mengakomodasi variasi ukuran wajah dari tenaga medis yang memakai dari ukuran yang terkecil hingga terbesar

dalam populasi masyarakat Indonesia. Modifikasi pada bagian rangka dan *visor* yang disebutkan sebelumnya merupakan implementasi langsung dari temuan analisis ini.

3.3. Analisis Kesesuaian Desain dengan Data Antropometri

Berdasarkan analisis data dimensi D1 (panjang kepala), D2 (lebar kepala), dan D3 (tinggi wajah) dari populasi Indonesia [13], ditemukan bahwa ukuran desain *face shield* yang banyak tersedia secara daring (dengan ukuran lebar rangka 160 mm, ukuran panjang rangka 143,71 mm, ukuran tinggi *visor* 310 mm) belum sepenuhnya sesuai. Pada persentil ke-50 (populasi rata-rata), lebar kepala laki-laki Indonesia adalah 180 mm (D2) dan panjang kepala 200 mm (D1).

Sementara itu, lebar rangka desain *existing* hanya 160 mm, menunjukkan gap atau celah sebesar 20 mm untuk lebar kepala dan 56,29 mm untuk panjang kepala. Hal ini berpotensi menyebabkan *face shield* terasa sempit dan tidak nyaman bagi pengguna dengan ukuran kepala rata-rata, apalagi bagi pengguna pada persentil ke-95 (D2 = 220 mm, D1 = 240 mm).

Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya [2][5][6][12][13][15] yang menegaskan ada ketidaksesuaian produk yang diimpor dengan antropometrik lokal populasi Indonesia, yang dapat menurunkan efektivitas dan kenyamanan bagi pemakainya.

Untuk tinggi *visor* (310 mm), analisis terhadap D3 (tinggi wajah) yang dihitung dari (*sitting height* - *sitting shoulder height*) menunjukkan nilai persentil ke-95 untuk laki-laki adalah sekitar 330 mm. Dengan demikian, *visor* yang tersedia saat ini memiliki kekurangan tinggi sekitar 20 mm untuk dapat memberikan perlindungan optimal hingga bagian dagu bagi pengguna dengan ukuran maksimal. Perlindungan yang tidak maksimal ini berisiko terhadap paparan *droplet*, seperti yang menjadi perhatian utama dalam standar keselamatan tenaga medis.

Berdasarkan analisis di atas, maka dilakukan produksi dan evaluasi terhadap tiga model *face shield* (PW1, PW2, PW3) dengan mesin *3D printing*. Proses manufaktur dengan mesin *3D printing* memberikan fleksibilitas untuk menerapkan modifikasi desain secara cepat. Parameter printing seperti *Layer Height* 0,28 mm dan *Infill Density* 10% dengan pola Line dipilih untuk menyeimbangkan antara kekuatan produk, kecepatan produksi, dan efisiensi material, yang sangat kritis dalam memenuhi kebutuhan APD yang mendesak.

Hasil cetakan rangka pada gambar 7 menunjukkan bahwa permukaan produk memiliki tekstur layer yang khas dari proses FDM (*Fused Deposition Modeling*). Meskipun mungkin kurang halus dibandingkan produk *injection molding*, hasil ini masih dapat diterima untuk penggunaan APD non-steril. Keunggulan utama dari manufaktur menggunakan *3D printing* dalam konteks ini adalah kemampuan untuk dengan cepat mengiterasi dan memproduksi desain yang telah dimodifikasi berdasarkan temuan antropometri.

Oleh karena itu, penelitian ini menghasilkan perbaikan desain sebagai berikut di antaranya bagian dimensi rangka diperlukan penambahan ukuran pada

bagian lebar rangka menjadi minimal 180 mm (untuk persentil ke-50) dan idealnya hingga 220 mm (untuk persentil ke-95). Pada ukuran panjang rangka juga perlu ditinjau ulang untuk menyesuaikan dengan distribusi tekanan yang lebih baik di atas kepala.

Bagian dimensi *visor* diperlukan tinggi *visor* perlu ditingkatkan menjadi minimal 330 mm untuk memastikan cakupan (*coverage*) hingga bawah dagu pada pengguna persentil ke-95. Sistem pengikat diperlukan sistem *adjustment* menggunakan karet dengan *multiple hole* yang sudah ada dinilai cukup efektif untuk mengakomodasi variasi lingkar kepala, sebagaimana diterapkan dalam desain produk yang dipakai di kepala untuk mengakomodasi ukuran terkecil dan yang terbesar.

Modifikasi ini menjawab tantangan yang diangkat dalam penelitian terdahulu [3][4][9][10] mengenai pentingnya basis data antropometri untuk produk yang dipakai di kepala, dengan menerjemahkan data 3D menjadi rekomendasi desain yang praktis dan dapat diproduksi menggunakan *3D printing*.

4.0 KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan dari penelitian studi kasus ini sendiri dan hasil pengolahan data antropometri ukuran kepala serta analisis data pengukuran dan pembahasan perbaikan desain yang ada, maka dapat disimpulkan beberapa kesimpulan. Berdasarkan hasil dari analisis yang dilakukan kepada subjek pengukuran terhadap 377 orang dengan hasil rancangan *face shield* berdasarkan analisis yang dilakukan perlunya perbaikan ukuran dimensi pada ukuran rangka dan bagian *visor*. Perbaikan desain *face shield* COVID-19 perlu memperhatikan ukuran khususnya yang akan diaplikasikan pengguna penduduk Indonesia dari produk yang dirancang telah memenuhi standarisasi yang ditetapkan serta aspek ergonomis perlu diperhatikan untuk mencapai standar ENASE (efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien), untuk dipakai tenaga petugas medis asal Indonesia serta tidak menimbulkan keluhan oleh pengguna produk akibat ketidaknyamanan pemakaian produk tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Syiah Kuala, khususnya Program Penugasan Kepada Masyarakat Berbasis Produk Tahun 2020, Nomor: 2/UN11.2.1/PN.01.01/PNBP/2020 yang telah memberikan kontribusi langsung dalam pelaksanaan kegiatan ini dan juga terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Rasanjani, H. Helmi, and M. L. Lingga, "Melihat kebijakan penanganan COVID-19 yang populer di kalangan masyarakat Aceh," *J. Soc. Policy*, vol. 2, pp. 27–33, 2022.
- [2] N. H. Aliya, N. T. Rahmawati, J. Hastuti, and S. A. Febriana, "The facial measurements in health workers at Dr. Sardjito General Hospital, Yogyakarta," *J. Med. Sci. (Berkala Ilmu Kedokteran)*, vol. 55, no. 2, pp. 142–150, 2023, doi:

<https://doi.org/10.19106/JMedSci005502202306>

- [3] K. K. R. Indonesia, “Buku Standar Alat Pelindung Diri dalam Manajemen Penanganan COVID-19,” 2020.
- [4] S. Wignjosoebroto, “Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja dalam Ergonomi Studi Gerakan dan Waktu,” *Inst. Teknol. Sepuluh Nopember, Surabaya*, pp. 97–110, 2000.
- [5] A. Hussein, F. Sadika, and D. Yunidar, “Pengembangan sistem penyetelan ukuran kepala pada helm las,” *e-Proceeding Art Des.*, vol. 5, no. 3, p. 3792, Dec. 2018.
- [6] W. Lee *et al.*, “A 3D anthropometric sizing analysis system based on North American CAESAR 3D scan data for design of head wearable products,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 117, pp. 121–130, 2018.
- [7] F. S. Pratama, I. Muslim, and M. I. Zul, “Digitalization of human head anthropometry measurement using pixels measurement method,” *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 2, no. 3, pp. 63–70, Sep. 2018.
- [8] S. Slamet, A. Sokhibi, S. Harmoko, H. Hariyanto, and S. Suyitno, “Kajian aspek ergonomi face shield untuk COVID-19,” *J. Mech. Des. Test.*, vol. 3, no. 2, pp. 93–102, 2021.
- [9] C. B. Nugroho *et al.*, “Desain dan pembuatan faceshield sebagai alat perlindungan diri penyebaran COVID-19,” *J. Pengabd. Kpd. Masy. Politek. Negeri Batam*, vol. 2, no. 1, pp. 1–16, 2020.
- [10] Siswomihardjo, W. *Dari Hulu Ke Hilir Perjalanan Sebuah Alat Kesehatan*. Gadjah Mada University Press, 2022.
- [11] S. Suharman and H. W. Murti, “Kajian industri 4.0 untuk penerapannya di Indonesia,” *J. Manaj. Ind. dan Logistik*, vol. 3, no. 1, pp. 1–13, 2019.
- [12] M. Razi, B. Bukhari, T. Turmizi, and M. Nasir, “Pembuatan wastafel portable semi-otomatis sebagai upaya pencegahan penyebaran COVID-19 untuk jamaah mesjid Al-Bayan Politeknik Negeri Lhokseumawe,” *Pros. Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 4, no. 1, pp. 16–18, 2020.
- [13] T. K. C. Tan, M. Hartono, and N. Kumar, “Anthropometry of Singaporean and Indonesian populations,” *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 40, pp. 757–766, 2010.
- [14] Y. Zulkarnain and R. Ridwan, “Analisis perancangan tempat pengolahan limbah masker medis dengan mengimplementasi antropometri dan ergonomic function deployment,” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, pp. 254–262, 2022.
- [15] M. Siska and H. Henedi, “Perancangan helm anak-anak yang ergonomis (studi kasus di TK An-Namiroh Pekanbaru),” in *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri*, Fakultas Sains & Teknologi UIN Suska Riau, 2011, pp. 414–422.