

Redesain *Cast* Ortopedi Menggunakan Teknologi 3d Printing

Larasadi Harya Nugraha¹, Mochamad Junaidi Hidayat²

Jurusan Desain Produk, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2}

e-mail: larasadiharya17@gmail.com

ABSTRACT

Traditional orthopedic cast for bone fracture has many limitation such as lack of air ventilation and its weakness towards water. Current development of health technology gives us several choices like usage of cast with 3D printing technology. It offers eco – friendly material which is stronger, lighter than its predecessor and freedom of customization become its main value. But, we have got to pay this technology with time consuming production because it contains scanning process towards patient. Researcher hoped through mass production and redesign cast orthopedic with several size variants and adjustable way to wear it could bypass production process. This research used quantitative method and qualitative method. It used user needs analysis and design analysis. The result from this research is product from redesign of orthopedic cast using 3d printing technology with biomimicry concept.

Keyword: 3D printing, orthopedic cast, redesign

ABSTRAK

Cast ortopedi tradisional pada fraktur tulang memiliki berbagai keterbatasan seperti kurangnya sirkulasi udara dan ketidaktahanannya terhadap air. Perkembangan teknologi kesehatan masa kini menawarkan beberapa solusi seperti penggunaan *cast* menggunakan teknologi 3D printing. Menawarkan material ramah lingkungan yang lebih kuat dengan bobot yang jauh lebih ringan dan kebebasan kostumisasi menjadi nilai tambah utama dari produk ini. Namun teknologi ini harus dibayar dengan proses produksi yang lama karena diperlukan proses scanning pada pasien. Diharapkan dengan redesain *cast* ortopedi dengan varian beberapa standar ukuran dan pemasangan adjustable yang diproduksi massal sebelum fraktur dapat memotong proses tersebut. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif dan kualitatif. Analisis yang digunakan menggunakan analisis kebutuhan pengguna *cast* dan analisis desain. Hasil dari penelitian ini yaitu produk dari redesain *cast* ortopedi menggunakan teknologi 3D printing dengan konsep Biomimicry.

Kata kunci: 3D print, *cast* ortopedi, redesain

PENDAHULUAN

Kerusakan tulang atau fraktur terjadi di masyarakat umum dapat disebabkan oleh dampak mekanis atau kelainan tulang. *Cast* berbahan plaster dan *fiberglass* menjadi salah satu penanganan yang biasa dipakai untuk sebagian besar pasien kerusakan tulang. *Cast* adalah gabungan dari beberapa substansi yang menahan posisi bagian tulang yang rusak selama proses penyembuhan. Rezaei [1] mengungkapkan permasalahan dalam *cast* tradisional seperti *cast* plaster adalah konstruksinya yang cukup berat, resiko infeksi kulit akibat *cast* yang lembab. Selain faktor kebersihan, proses pelepasan *cast* juga beresiko meninggalkan trauma akibat prosesnya yang menggunakan gergaji kecil yang beresiko meninggalkan luka pada kulit.

Penerapan 3D printing dalam kesehatan bukan merupakan hal yang asing lagi. teknologi ini membantu dunia kedokteran dalam memvisualisasikan gambar medis menjadi model 3D print yang dapat diaplikasikan ke berbagai penggunaan [2]. *Cast* menggunakan teknologi 3D printing memberikan kelebihan yang tidak dimiliki oleh *cast* tradisional. Penelitian Hui Lin [3] menyebutkan bahwa prototype yang menggunakan teknik 3D printing memiliki berat sangat ringan dengan perbandingan 1/10 dari berat alternatif tradisional lainnya. Dengan struktur berventilasi tinggi berdampak pada higienitas dalam mengurangi kemungkinan komplikasi dan penanganan ini berpotensi meningkatkan tingkat efektifitas kesembuhan dan kepuasan pasien. Melalui software pendukung 3D printing memberikan kebebasan untuk memodifikasi mekanisme, menambah fitur yang sudah ada pada *cast* tradisional dan memodifikasi tampilan *cast* menjadi lebih menarik.

Di Indonesia, penggunaan 3D printing masih sangat sedikit yaitu sebesar 4% [4]. Produk *cast* ortopedi 3D printing yang sudah ada membutuhkan waktu sekitar 1 minggu dalam produksi dan harus melalui proses *scanning* yang rumit dan memakan waktu. Keterbatasan ini mengakibatkan *cast* 3D printing sulit diaplikasikan dalam waktu cepat walaupun dengan segala kelebihan material yang dimilikinya. Kurangnya ketersediaan produk dan proses produksi yang belum efisien menjadikan teknologi ini hanya terbatas pada rumah sakit besar yang memiliki peralatan – peralatan tertentu yang mendukung proses desain. Berangkat dari masalah tersebut dibutuhkan redesain *cast* 3D printing yang menarik dan memiliki proses produksi yang efisien.

TINJAUAN PUSTAKA

Cast Ortopedi

Cast adalah salah satu penanganan umum dalam kelainan maupun kerusakan dalam hubungannya dengan ortopedi untuk stabilisasi bagian tubuh yang diderita. *Cast* memberikan tingkat immobilisasi tinggi terhadap bagian tubuh yang diderita, oleh karena itu penanganan ini hanya digunakan untuk pasien dengan tingkat retakan yang cukup parah [4]. *Cast* ortopedi merupakan alat fiksasi untuk penyembuhan fraktur. Fraktur adalah hilangnya kontinuitas jaringan tulang, baik jaringan tulang atau tulang rawan [5]. Hal tersebut terjadi ketika energi yang ditransmisikan ke tulang lebih besar daripada pembatasan kekuatan tulang [6]. *Cast* bisa menjadi keras karena memiliki sifat yang menyerap air yang menyebabkan timbulnya reaksi eksoterm. Sebelum menjadi keras, *cast* yang lembek dapat dibalutkan melingkari sepanjang ekstremitas dan dibentuk sesuai dengan bentuk ekstremitas. *Cast* yang dipasang melingkari ekstremitas disebut *cast* sirkuler sedangkan jika *cast* dipasang pada salah satu sisi ekstremitas disebut *cast* bidai.

Teknologi

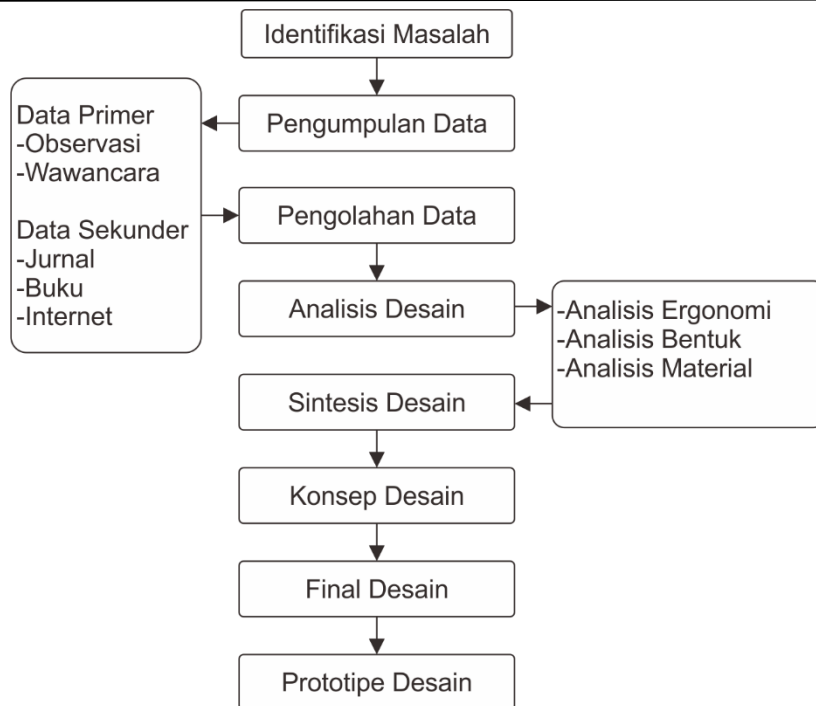
Teknologi adalah sebuah pengetahuan yang ditujukan untuk menciptakan alat, tindakan pengolahan dan ekstraksi benda. Istilah "teknologi" telah dikenal secara luas dan setiap orang memiliki cara mereka sendiri memahami pengertian teknologi. Teknologi digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan kita sehari-hari, secara singkat; kita bisa menggambarkan teknologi sebagai produk, proses, atau organisasi. Selain itu, teknologi digunakan untuk memperluas kemampuan kita, dan yang membuat orang-orang sebagai bagian paling penting dari setiap sistem teknologi. [7].

3D Printing

3D print adalah proses pembuatan benda padat tiga dimensi dari sebuah desain secara digital menjadi bentuk 3D yang tidak hanya dapat dilihat tapi juga dipegang dan memiliki volume. 3D printer dicapai dengan menggunakan proses aditif, dimana sebuah obyek dibuat dengan meletakkan lapisan yang berurut dari bahan baku [8].

METODE

Penelitian ini menggunakan metode gabungan dari metode kualitatif dan kuantitatif yaitu *mix methods* [9]. Pengambilan data dibagi atas 2 jenis yaitu data primer yang terdiri dari observasi dan wawancara terhadap ahli medis, pelaku industri 3D printing dan pasien fraktur tulang yang sedang menggunakan *cast*. Data yang telah dikumpulkan selanjutnya akan diolah menggunakan pendekatan analisis desain yang terdiri dari analisis ergonomi, analisis bentuk dan analisis material.



Gambar 1. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Wawancara dan Observasi

a) Hasil Wawancara Ahli

Peneliti melakukan wawancara dengan ketua departemen Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Dr. Bambang Purwanto, dr., M. Kes pada tanggal 15 Mei 2019 untuk mengetahui kemampuan, batasan dan pengaruh *cast* terhadap tubuh manusia. Wawancara ahli terhadap Radyan Artantyo, ST selaku pelaku industri 3D printing dan CEO dari CV. Biergo Indonesia dilakukan secara berkala sejak 14 November 2019 untuk mengetahui kemampuan dan proses produksi 3D printing.



(a)



(b)

Gambar 2. a) wawancara dengan Dr. Bambang Purwanto, dr., M. Kes, b) wawancara dengan Radyan Artantyo, ST

Sumber: dokumen pribadi

Kesimpulan dari wawancara dengan narasumber yang bersangkutan adalah merubah desain pada *cast* diperbolehkan selama kegunaan untuk immobilisasi bagian tubuh yang direhabilitasi tetap ada. Dr. Bambang Purwanto, dr., M. Kes mendukung adanya peningkatan kualitas *cast* khususnya pada penggantian material menjadi material anti air dan penambahan sirkulasi udara. Kesimpulan dari wawancara dengan Radyan Artantyo, ST adalah adanya batasan dimensi cetak maksimal 50cm x 50cm x 50cm dan wawasan material yang umum digunakan yaitu PLA, ABS dan PP.

b) Hasil Observasi dan Wawancara Pasien Pengguna *Cast* Ortopedi Tradisional.

Peneliti melakukan observasi dan wawancara dengan pengguna *cast* ortopedi, Rizka Ning Faizah pada 28 Juli 2019. Observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi nyata pasien dan *cast* ortopedi yang digunakan. Wawancara dilakukan peneliti untuk mendapatkan data tentang pengalaman langsung penggunaan *cast* yang dipakai.



Gambar 3. observasi terhadap Rizka Ning Faizah, pasien fraktur tulang.

Sumber: dokumen pribadi

Kesimpulan dari wawancara dengan narasumber yang bersangkutan adalah keluhan terhadap keterbatasan *cast* ortopedi yang tidak boleh terkena air, bau tak sedap *cast* ketika kondisi lembab dan rasa gatal yang ditimbulkan dari pemakaian *cast* dalam waktu lama.

Analisis desain

Penelitian ini mengolah data primer dan sekunder dalam analisis desain seperti dijelaskan dalam tabel berikut,

Tabel 1. Data layout artikel Seminar FTSP

No	Jenis Analisis Desain	Hasil Analisis
1	Analisis Ergonomi	a. Menempatkan permukaan yang halus pada bagian yang terkena kontak dengan kulit b. Memberikan sirkulasi udara untuk kulit c. Mengurangi berat <i>cast</i> ortopedi dengan optimisasi ketebalan cetakan
2	Analisis Bentuk	a. Menerapkan bentuk sesuai morfologi tangan b. Penambahan bentuk voronoi c. Sling Bag d. Dompot
3	Analisis Material	a. Penerapan turunan warna coklat sebagai warna dominan menyesuaikan warna asli kertas semen dan kulit kayu

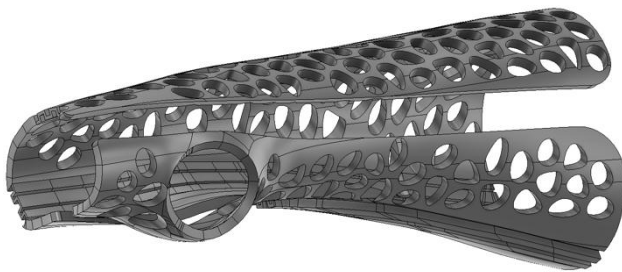
Sumber: dokumen pribadi

Konsep Desain

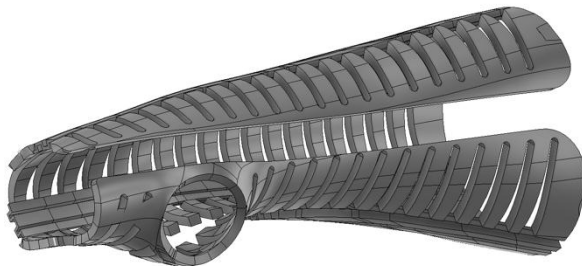
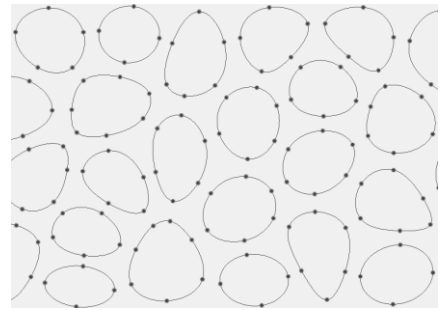
Hasil analisis desain menjadi acuan untuk dikembangkan ke dalam konsep produk. Konsep produk yang digunakan adalah *Biomimicry* [10], yaitu mengadaptasi bentukan dan mekanisme yang sudah ada pada alam dan makhluk hidup yang sudah teruji selama jutaan tahun di bumi.

Desain 3D Printing Cast Ortopedi

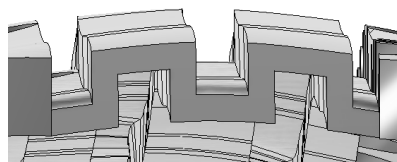
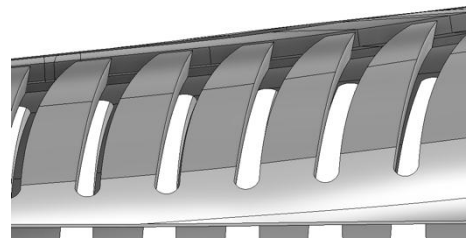
Desain final mengacu pada konsep produk yang telah dilakukan sebelumnya melalui media 3D modelling



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. a) alternatif desain dari bentukan sel, b) alternatif desain dari bentukan tulang rusuk, c) mekanisme tekukan

Sumber: dokumen pribadi

- a. Redesain *cast* yang mengadopsi bentukan dari visual tingkat sel yang ada pada tiap makhluk hidup. Tidak hanya bentukan ini mengikat seluruh struktur *cast* secara merata namun juga memberi sirkulasi udara untuk kulit.
- b. Redesain *cast* yang mengadopsi bentukan dari struktur tulang rusuk mamalia yang melindungi organ paru – paru sama halnya dengan *cast* yang melindungi organ tangan yang sedang direhabilitasi.
- c. Sistem tekukan yang diaplikasikan pada *cast* yang memungkinkan *cast* untuk dicetak posisi lembaran namun dapat ditekek pada saat pemasangan.

KESIMPULAN

Produk *cast* 3D printing yang telah direesain memberikan fitur yang unggul daripada *cast* tradisional yaitu struktur lebih kuat, ringan dan anti air. Karena dapat digunakan langsung tanpa proses scanning, *cast* ortopedi ini mampu memangkas proses produksi pra pemakaian kepada pasien yang biasanya membutuhkan waktu sekitar 1 – 2 minggu. Namun karena memangkas proses produksi tersebut, terdapat kekurangan pada keterbatasan *cast* ortopedi untuk benar – benar membungkus tangan dengan pas yang perlu membutuhkan riset lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rezaei, R., 2017. The Easy Wrap Orthopedic *Cast*.
- [2] Thore M. Bucking, E. R. H. J. L. R. E. M. A. A. P. D. I. N., 2017. From medical imaging data to 3D printed anatomical models. PLOS ONE, 12(5).
- [3] Hui Lin, L. S. D. W., 2016. 3D Printing in Medicine.
- [4] STIA Tabalong, 2017. E-Jurnal STIA Tabalong. [Online] Available at: <https://ejurnal.stiatabalong.ac.id/2017/04/13/hello-world/> [Accessed 28 Oktober 2018].
- [5] T.A Einhorn, C. L. (2015). Fracture healing: mechanisms and interventions. 45–54
- [6] Shapiro, F. (2015). Bone development and its relation to fracture repair. The role of mesenchymal osteoblasts and surface osteoblasts. Orthopaedic Research Laboratories, 53 - 76.
- [7] Anshori, S. (2018). Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Sebagai Media Pembelajaran. Civic-Culture: Jurnal Ilmu Pendidikan PKn dan Sosial Budaya
- [8] Budiono, H. S. (2015). Pengujian Kuat Tarik Terhadap Produk Hasil 3D Printing dengan Variasi Ketebalan Layer 0,2 mm dan 0,3 mm yang Menggunakan Bahan ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene).
- [9] Ismianti, H., 2018. Framework Prediksi Penggunaan 3D printing di Indonesia Pada Tahun 2030.
- [10] Aleksandar Čučaković, B. J. M. K., 2016. Biomimetic geometry Approach to Generative Design.