



**TUGAS AKHIR - DP 141530**

**DESAIN EKSTERNAL FIKSASI PATAH TULANG LENGAN  
DENGAN METODE RAPID PROTOTYPING  
(STUDI KASUS 2/3 ULNA)**

**PRANAZ HEPARIO SUWANTO  
3411100133**

Dosen Pembimbing  
Djoko Kuswanto, ST., MBiotech

Departemen Desain Produk  
Fakultas Arsitektur, Desain Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2018

(Halaman sengaja dikosongkan)



TUGAS AKHIR – RD141530

DESAIN EKSTERNAL FIKSASI PATAH TULANG LENGAN DENGAN  
METODE RAPID PROTOTYPING  
(STUDI KASUS 2/3 ULNA)

Mahasiswa:

Pranaz Hepario Suwanto

3411100133

Dosen Pembimbing:

Djoko Kuswanto, ST., MBiotech

NIP.19700912 199702 1002

DEPARTEMEN DESAIN PRODUK INDUSTRI  
FAKULTAS ARSITEKTUR DESAIN DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

2018

(Halaman sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT – RD141530

EXTERNAL FIXATION DESIGN FOR ARM FRACTURE USING RAPID  
PROTOTYPING  
(STUDY CASE 2/3 ULNA)

Student:

Pranaz Hepario Suwanto

Lecturer:

Djoko Kuswanto, ST., M.Biotech

NIP. 19700912 199702 1002

DEPARTEMENT OF PRODUCT DESIGN  
FACULTY OF ARCHITECTURE DESIGN AND PLANNING  
TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018

(Halaman sengaja dikosongkan)

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**DESAIN EKSTERNAL FIKSASI PATAH TULANG LENGAN DENGAN**  
**METODE RAPID PROTOTYPING**  
**(STUDI KASUS 2/3 ULNA)**

**TUGAS AKHIR (RD 141530)**

Disusun untuk Memenuhi syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)  
Pada  
Program Studi S-1 Departemen Desain Produk  
Fakultas Arsitektur Desain dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Oleh:

**Pranaz Hepario Suwanto**  
**NRP:3411100133**

Surabaya, 9 Nopember 2018  
Periode Wisuda 117 (Maret 2018)

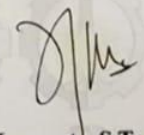
Mengetahui,

Kepala Departemen Desain Produk  
  
DEPARTEMEN  
DESAIN PRODUK  
**Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D.**

**NIP. 19751014 200312 2001**

Disetujui,

Dosen Pembimbing

  
**Djoko Kuswanto, S.T., M. Biotech**

**NIP. 19700912 199702 1002**

(Halaman sengaja dikosongkan)



## LEMBAR PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya adalah mahasiswa jurusan Desain Produk Industri Fakultas Arsitektur Desain dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan identitas:

Nama : Pranaz Hepario Suwanto

NRP : 3411100133

Dengan inii menyatakan bahwa laporan tugas akhir yang saya buat dengan judul **DESAIN EKSTERNAL FIKSASI PATAH TULANG LENGAN DENGAN METODE RAPID PROTOTYPING (STUDI KASUS 2/3 ULNA)** adalah:

1. Bukan merupakan duplikasi karya tulis maupun karya gambar atau sketsa yang pernah dibuat atau dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan atau tugas-tugas kuliah lain baik dilingkungan ITS, Universitas lain ataupun lmbaga-lembaga lain kecuali pada bagian sumber-sumber informasi yang dicantumkan sebagai kutipan atau acuan dengan cara yang semestinya.
2. Laporan yang berisi karya tulis fan karya gambar atau sketsa yang dibuat dan diselesaikan sesuai dengan menggunakan data hasil pelaksanaan riset.

Demikian pernyataan ini saya buat fan jika terbukti tidak memenuhi persyaratan yang telah saya nyatakan diatas maka saya bersedia apabila Laporan Tugas Akhir Desain Produk ini dibatalkan.

Surabaya,9 Nopember 2018

Yang membuat pernyataan,



Pranaz Hepario Suwanto

NRP 3411100133

(Halaman sengaja dikosongkan)

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT karena dengan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Desain External Fiksasi Patah Tulang untuk Membantu Aktivitas Pasien Fraktur pada bagian lengan dengan Menggunakan Rapid Prototyping dan Reverse Engineering” dengan sebaik-baiknya dan tepat pada waktunya. Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir Desain Produk (RD141530) Departemen Desain Produk Industri Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyusunan laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak sehingga tidak lupa penulis mengucapkan trima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang senantiasa mendoakan dan men-support,
2. Bapak Djoko Kuswanto, S.T, M.Biotech selaku dosen pembimbing saya.
3. Ibu Ellya Zulaikha, ST, M.Sn, Ph.D. selaku Ketua Departemen Desain Produk Industri, Fakultas Arsitektur Desain dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
4. Teman-teman berharga dari lab Human Centered Design yang senantiasa membantu dalam proses pengerjaannya.
5. Teman-teman ruang Tugas Akhir yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Dengan ini diharapkan agar laporan yang telah disusun oleh penulis dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Penulis menyadari bahwa laporan ini belum sempurna. Oleh karena itu diharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk menyempurnakan Laporan Tugas Akhir Desain Produk Industri.

Surabaya, Januari 2018  
Yang membuat pernyataan,

Penulis

(Halaman sengaja dikosongkan)

**DESAIN EKSTERNAL FIKSASI PATAH TULANG LENGAN DENGAN  
METODE RAPID PROTOTYPING  
(STUDI KASUS 2/3 ULNA)**

Nama Mahasiswa : Pranaz Hepario Suwanto  
NRP : 3411100133  
Jurusan : Desain Produk Industri – FADP, ITS  
Dosen Pembimbing : Djoko Kuswanto, ST., M.Biotech

**ABSTRAK**

Fraktur adalah sebuah kondisi patah tulang yang terjadi karena berbagai sebab, sebab utamanya karena kecelakaan. Fraktur dapat terjadi di beberapa bagian tubuh, salah satunya yaitu pada bagian tangan. Salah satu penanganan akibat fraktur pada tangan adalah dengan pemasangan gips sebagai alat pada saat proses rehabilitasi. Penggunaan gips di Indonesia masih saja memiliki beberapa masalah antara lain adalah tumbuhnya jamur pada permukaan dalam gips, tidak terdapat ventilasi untuk sirkulasi udara yang menyebabkan kulit lembab dan pemasangan gips yang membutuhkan waktu cukup lama. Desain *3D Cast Fixation* ini akan dibuat agar pasien patah tulang merasa lebih nyaman, baik dari segi pemakaian maupun segi kenyamanan saat pemasangan. Rancangan dilakukan dengan cara melakukan studi banding dengan produk sejenis, observasi dan *deep interview* untuk mengetahui apa saja batasan ataupun kebutuhan pasien patah tulang. Melakukan studi mengenai ergonomi dan antropometri supaya mendapat dimensi dan konfigurasi alat yang sesuai. Merancang dan membuat produk menggunakan mesin *3D Printing*, kemudian melakukan usability test untuk mengetahui kinerja proses pemasangan dan kenyamanan pada saat digunakan pasien patah tulang. Oleh karena itu penelitian ini merancang *3D Cast fixation* sebagai pengganti gips yang memiliki kenyamanan, ringan dan mudah dalam proses penggunaan agar tidak mengganggu aktifitas sehari-hari pasien patah tulang pada saat rehabilitasi.

Kata kunci : Fraktur, fiksasi, 3D Cast.

(Halaman sengaja dikosongkan)

**EXTERNAL FIXATION DESIGN FOR ARM FRACTURE USING RAPID  
PROTOTYPING  
(STUDY CASE 2/3 ULNA)**

Name : Pranaz Hepario Suwanto  
NRP : 3411100133  
Department : Product Design FADP – ITS  
Supervisor : Djoko Kuswanto S.T., M. Biotech

***ABSTRACT***

*A fracture is a fracture condition that occurs for various reasons, a single accident. Fractures can occur in several parts of the body, one of which is the part of the hand. One treatment due to fracture by hand is the cast as a tool during the rehabilitation process. The use of casts in Indonesia can still be used for things such as casts, there is no problem for air circulation which causes moist skin and plaster installation which takes a long time. This 3D Cast Fixation design will be made so that fracture patients feel more comfortable, both in terms of installation and in terms of comfort during installation. The design is done by conducting comparative studies with similar products and in-depth interviews to find out anything. Make studies on ergonomics and anthropometry such as obtaining the appropriate dimensions and tools. Design and make products using 3D Printing machines, then perform usability tests to determine performance and bone. Therefore this study of 3D fixation as a cast that has comfort, is light and easy to use so that there are no daily activities of fractured patients during rehabilitation.*

**Keyword: Fracture. Fixation, 3D Cast**

(Halaman sengaja dikosongkan)



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .....	viii
KATA PENGANTAR.....	x
ABSTRAK.....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xx
DAFTAR TABEL .....	xxii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Batasan Masalah.....	9
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	10
1.4 Manfaat.....	10
BAB II.....	11
TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Jenis <i>Injury</i> .....	11
2.2 <i>Forearm Fracture</i> .....	12
2.2.1 <i>Olecranon Fracture</i> .....	12
2.2.2 <i>Radial Head Fracture</i> .....	13
2.2.3 <i>Radial Shaft Fracture</i> .....	13
2.2.4 <i>Booth Bones Forearm Fracture</i> .....	13
2.3 <i>Ulna 2/3 Fracture</i> .....	14
2.4 Pengertian <i>Cast Fixation</i> .....	14
2.5 ORIF.....	15
2.6 Jenis <i>Cast Fixation</i> .....	15
2.6.1 Berdasarkan Material .....	15
2.6.2 Berdasarkan Letak Patah Tulang.....	17

2.7 3D Print <i>Technology</i> .....	18
2.8 Fused Deposition Modelling (FDM) .....	19
2.9 <i>Food and Drug Administration</i> (FDA).....	19
2.10 Material 3D print.....	19
2.10.1 PLA ( <i>Polylactic Acid</i> ).....	20
2.10.2 ABS ( <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i> ) .....	20
2.11 Kode Etik Penelitian Kesehatan .....	20
2.12 Psikologi Bentuk.....	22
2.13 Studi Eksisting <i>3D Cast Fixation</i> .....	23
2.14 Studi Joining 3D Cast Fixation .....	23
BAB III.....	25
METODOLOGI DAN KERANGKA DESAIN .....	25
3.1 Skema Penelitian.....	25
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	25
3.2.1 Studi Literatur .....	26
3.2.2 <i>Dara Stakeholder</i> .....	26
3.2.3 Referensi Desain .....	26
3.2.4 Affinity Diagram .....	27
3.2.5 Pengukuran Anthropometri.....	28
BAB IV.....	31
STUDI DAN ANALISA.....	31
4.1 Analisa Anthropometri.....	31
4.2 Analisa Bentuk .....	33
4.2.1 Trend Forecasting Product 2017 – 2018 .....	33
4.2.2 Produk yang sudah ada .....	34
4.2.3 Moodboard .....	35
4.3 Positioning.....	35
4.4 Analisa 3d Modelling.....	36
4.4.1 Mesh Object.....	36
4.4.2 Skema 3d Modelling.....	37
4.5 Simulasi Digital .....	38
4.6 Analisa Prototyping.....	40
4.6.1 Anailsa Prototyping #1 .....	40

4.6.2 Analisa Prototyping #2 .....	41
4.6.3 Analisa Prototyping #3 .....	42
4.6.4 Analisa Prototyping #4 .....	43
4.6.5 Analisa Prototipe #5 .....	44
4.7 <i>Benchmarking</i> .....	45
BAB V.....	49
KONSEP DAN IMPLEMENTASI DESAIN .....	49
5.1 Konsep Desain.....	49
5.2 Sketsa Alternatif Desain .....	51
5.2.1 Alternatif 1 .....	51
5.2.2 Alternatif 2 .....	52
5.2.3 Alternatif 3 .....	53
5.3 Alternatif 3D Model .....	53
5.3.1 Alternatif 3D Model 1 .....	53
5.3.2 Alternatif 3D Model 2 .....	53
5.3.3 Alternatif 3D Model 3 .....	55
5.4 Desain Final .....	55
5.4.1 Desain final <i>3d Cas fixation Custom</i> .....	55
5.4.2 Desain Final <i>3D Cast Fixation Lembaran</i> .....	57
5.5 Gambar Operasional .....	58
5.6 <i>Usability Test</i> .....	59
5.6.1 <i>Usability Test 3D Cast Fixation Custom</i> .....	59
5.6.2 <i>Usability Test 3D Cast Fixation Lembaran</i> .....	60
BAB VI.....	64
KESIMPULAN .....	64
6.1 Kesimpulan.....	64
6.2 Saran .....	64
DAFTAR PUSTAKA .....	66
LAMPIRAN .....	68
BIODATA PENULIS .....	72

(Halaman sengaja dikosongkan)

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Jumlah Kecelakaan dan Korban Kecelakaan Lalu lintas di Indonesia tahun 2010 – 2014. ....	1
Gambar 2 Korban kecelakaan berdasarkan usia.....	2
Gambar 3 Fraktur tulang 2/3 Ulna.....	3
Gambar 4 Gips Fixation.....	3
Gambar 9 Skema penelitian.....	25
Gambar 10 Affinity Diagram.....	28
Gambar 11 Trend Forecasting Product 2017 - 2018.....	33
Gambar 12 3d Cast Fixation yang sudah ada.....	34
Gambar 13 Moodboard.....	35
Gambar 14 Positioning Product.....	36
Gambar 15 Mesh Object Forearm.....	37
Gambar 16 Runtutan proses 3D Model Cast Fixation.....	38
Gambar 17 Simulasi 3D Cast Fixation.....	39
Gambar 18 Analisa Prototyping #1.....	40
Gambar 19 Analisa Prototyping #2.....	41
Gambar 20 Analisa Prototyping #3.....	42
Gambar 21 Analisa Prototyping #4.....	43
Gambar 22 Analisa Prototyping #5.....	44
Gambar 23 Konsep Desain.....	49
Gambar 24 Sketsa Alternatif 1 Pemakaian.....	51
Gambar 25 Sketsa Alternatif 1 Pemakaian.....	51
Gambar 26 Sketsa Alternatif 1 Urai.....	52
Gambar 27 Sketsa Alternatif 2.....	52
Gambar 28 Sketsa Alternatif 3.....	53
Gambar 29 3D Alternatif model 1.....	53
Gambar 30 3D Alternatif 2.....	54
Gambar 31 3D Alternatif 3 Detail.....	54
Gambar 32 Alternatif 3D model 3.....	55
Gambar 33 Desain Final Urai.....	55
Gambar 34 Detail Desain Final.....	56
Gambar 35 Penggunaan Desain Final.....	56
Gambar 36 Cast Lembaran.....	57
Gambar 37 3D model saat digunakan.....	57
Gambar 38 Operasional.....	58

(Halaman sengaja dikosongkan)

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kelemahan alat fiksasi jenis gips dan plester .....	4
Tabel 2 Proses pengambilan data antropometri tangan .....	5
Tabel 3 Rumusan Masalah 1 .....	7
Tabel 4 Rumusan masalah 2 .....	8
Tabel 5 Rumusan masalah 3 .....	9
Tabel 6 Jenis Alat Fiksasi .....	16
Tabel 7 Fiksasi berdasarkan letak patah tulang .....	17
Tabel 8 Existing 3D Cast Fixation .....	23
Tabel 9 Analisa Anthropometri .....	31
Tabel 10 Perhitungan berat prototype .....	45
Tabel 11 Jangka waktu penggunaan alat fiksasi .....	46
Tabel 12 Usability Test 3D Cast Fixation Custom .....	59
Tabel 13 Usability Test 3D Cast Fixation Lembaran .....	60

(Halaman sengaja dikosongkan)



## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Rontgen Olecranon Fracture
- Lampiran 2 Radial Head Fracture
- Lampiran 3 Radial Shaft Fracture
- Lampiran 4 Both Bones Forearm Fracture
- Lampiran 5 Fiksasi Perban
- Lampiran 6 Fiksasi Gips
- Lampiran 7 Fiksasi fiberglass

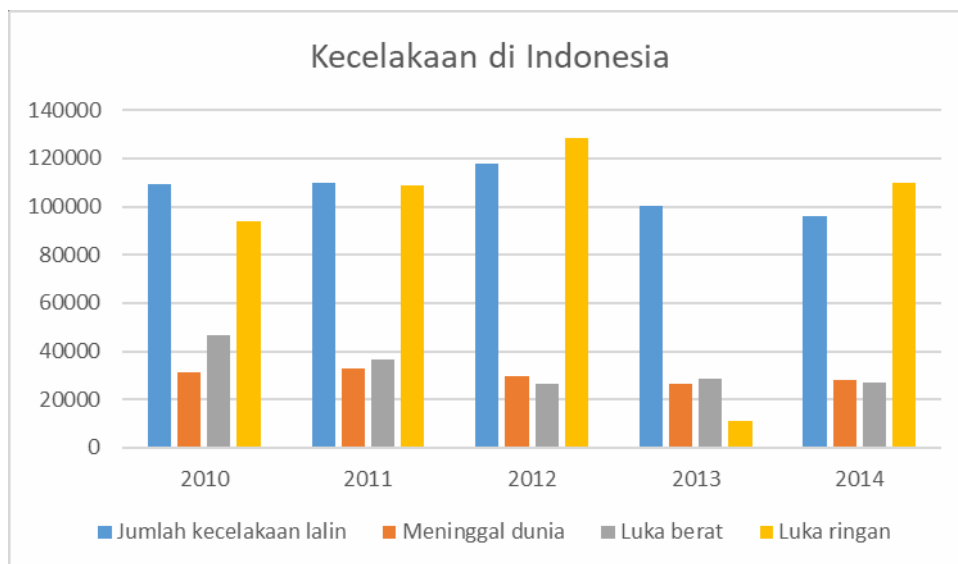
(Halaman sengaja dikosongkan)

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

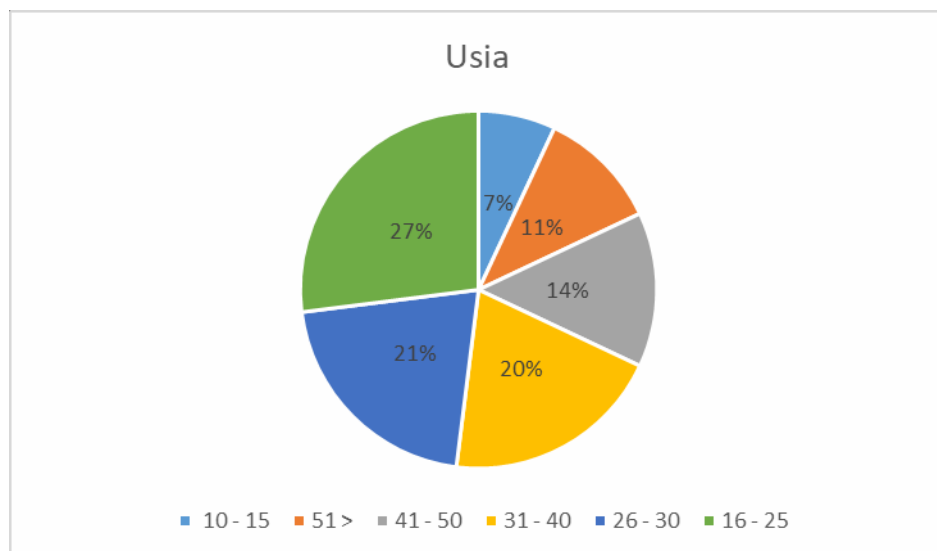
Perkembangan kota-kota di Indonesia telah mencapai tingkat perkembangan yang pesat dan cukup tinggi. Hal ini terlihat dari beberapa gejala yang secara tidak langsung muncul seiring dengan laju pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri. Seiring dengan perkembangan tersebut, kasus dan insiden yang terjadi di kota juga ikut bertambah. Meningkatnya jumlah penduduk berbanding lurus dengan meningkatnya kasus kecelakaan. Insiden kecelakaan merupakan salah satu dari masalah kesehatan dasar selain gizi dan konsumsi, sanitasi lingkungan penyakit, gigi dan mulut, serta aspek moralitas dan perilaku di Indonesia. Kecelakaan merupakan salah satu faktor penyebab kematian terbesar di Indonesia. Namun selain kematian, kecelakaan juga mampu menimbulkan dampak lain yaitu kecacatan akibat timbulnya fraktur.



Gambar 1 Jumlah Kecelakaan dan Korban Kecelakaan Lalu lintas di Indonesia tahun 2010 – 2014.  
Sumber: Penulis, diolah dari Jurnal Ekologi Kesehatan Vol 15 No 1

Data polri menunjukkan bahwa pada tahun 2013 terjadi 100.106 kasus kecelakaan dengan korban meninggal 26.416 orang. Pelaku kecelakaan lalu lintas

jalan di Indonesia, didominasi korban kelompok muda dengan rentang usia 16 – 25 tahun dan menyumbang 26,61% dari total seluruh pelaku. Perlu dicermati dan diwaspadai adalah keterlibatan anak usia 10 – 15 tahun sebagai pelaku kecelakaan terutama sebagai pengendara roda dua atau roda empat, dengan kontribusi 7,15% pada tahun 2012. Selain itu, Riset Kesehatan Dasar tahun 2013 menyebutkan bahwa kecelakaan transportasi motor dan transportasi darat lain menunjukkan proporsi besar sebagai penyebab cedera, yaitu sebesar 47,7%. Kelompok usia 5 -14 tahun juga menunjukkan proporsi cedera yang cukup besar menurut karakteristik umur, yaitu sebesar 9,7%.

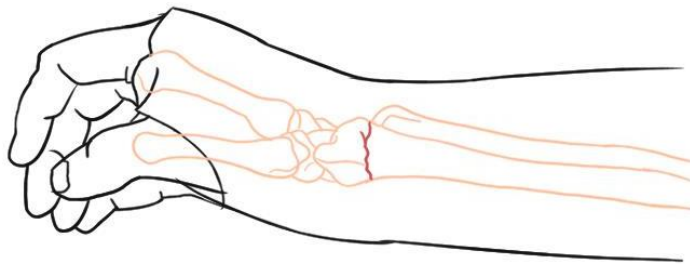


Gambar 2 Korban kecelakaan berdasarkan usia

Sumber: Penulis, diolah dari Korlantas Polri 2013

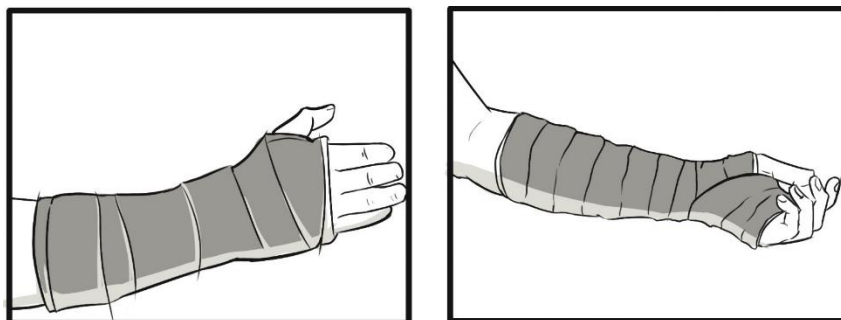
Fraktur atau patah tulang adalah terputusnya kontinuitas jaringan tulang atau tulang rawan yang umumnya disebabkan oleh rudapaksa (Arif, 2000). Rusaknya kontinuitas tulang ini dapat disebabkan oleh trauma langsung, kelelahan otot, atau karena kondisi-kondisi tertentu seperti degenerasi tulang osteoporosis. Fraktur lebih sering terjadi pada laki-laki dari pada perempuan dengan umur dibawah 45 tahun dan sering berhubungan dengan olahraga, pekerjaan dan kecelakaan. Sedangkan pada usia lanjut (usila) prevelensi cenderung lebih banyak terjadi pada wanita berhubungan dengan adanya osteoporosis yang terkait dengan perubahan hormon.

Fraktur tulang pada bagian *forearm* dapat terjadi karena beberapa penyebab. Tulang dapat patah pada sedikit bagian. Bagian tulang yang fraktur bisa dalam keadaan linier atau masih lurus dengan tulang utama (*radius* atau *ulna*) dan bisa juga terpisah dari bagian tulang utama. Pada penelitian terkait, fraktur tulang bagian *forearm* terjadi pada tulang 2/3 *Ulna*.



Gambar 3 Fraktur tulang 2/3 *Ulna*

Rehabilitasi khusus dengan menggunakan cast fixation setelah operasi dilakukan beberapa minggu untuk menjaga tangan tetap berada pada posisinya. Berhubungan dengan kompleksitas dari penyembuhan fraktur tulang, penggunaan cast diperlukan waktu sekitar 2 – 10 minggu pasca operasi. Dalam banyak kasus, terapis akan membantu dalam rehabilitasi, dimulai dengan pelatihan untuk meningkatkan gerak dan pelatihan tambahan untuk kekuatan lengan (AAOS, 2016).

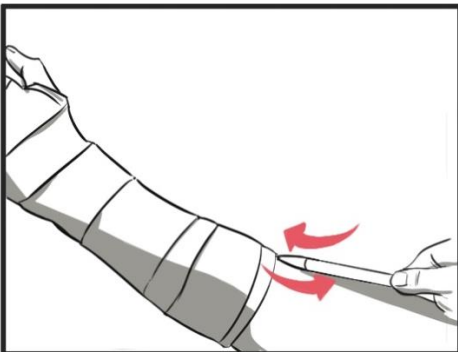

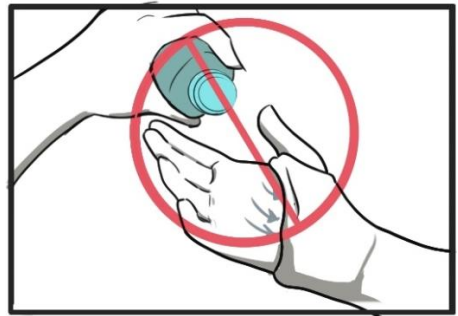


Gambar 4 Gips Fixation

Gips dan plester merupakan alat fiksasi untuk penyembuhan patah tulang. Gips memiliki sifat menyerap air dan bila itu terjadi akan timbul reaksi eksoterm

dan gips akan menjadi keras. Sebelum menjadi keras, gips yang masih lunak dapat dibalutkan melingkari sepanjang ekstremitas dan dibentuk sesuai dengan bentuk ekstremitas. Selama penggunaan gips dapat terjadi berbagai penyakit kulit dan potensi cedera sendi karena struktur berat dan ventilasi yang buruk. Pasien fraktur juga menderita tekanan mekanik selama pembuatan cetakan. Pada tabel 1 terlihat kekurangan dari alat fiksasi gips dan plester.

Tabel 1 Kelemahan alat fiksasi jenis gips dan plester

No.	Gambar	Keterangan
1.		<p>Menyelipkan sesuatu seperti pulpen untuk menggaruk. Tindakan ini dapat merusak bagian dalam gips atau, jika melukai diri sendiri, menyebabkan kulit menjadi infeksi.</p>
2.		<p>Gips atau plester mudah rusak patah.</p>
3.		<p>Terdapat jamur dan kutu untuk pemakaian yang lama.</p>



Jika gips terkena air, bentuk gips akan berubah tidak seperti semula dan memperlambat proses penyembuhan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut telah dikembangkan fiksasi eksternal dengan penggunaan teknologi 3D print. Teknologi 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. Menjadi memungkinkan dalam memproduksi *cast fixation* sebagai alat rehabilitasi pasien fraktur dengan proses pembuatan yang cepat. Proses pembuatan *3D cast* menggunakan teknik *scanning* pada bagian tangan yang cedera dan dirancang kedalam (CAD) software *Computer Aided Design* untuk mendapatkan *Stereolithography* (STL) file yang nantinya akan diproses menggunakan mesin 3D print. Perancangan model 3D menggunakan software Autodesk Fusion 360 untuk menghasilkan *Rapid Prototyping*.

Tabel 2 Proses pengambilan data antropometri tangan

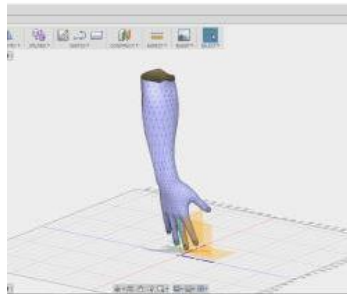
No.	Gambar	Keterangan
1.		Device EinScan-Pro.

2.



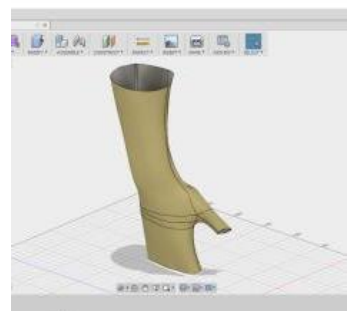
Scanning pada bagian yang cedera, dengan mengarahkan scanner.

3.



Hasil scanning dimasukkan kedalam software Autodesk Fusion 360 dalam bentuk file STL.

4.



Proses pembuatan model patern dan bentuk 3D cast dilakukan menggunakan Autodesk Fusion 360.

3D print juga dikenal dengan *additive manufacturing* atau *Rapid Prototyping* (Bizotto et al, 2016), merupakan sebuah alternatif yang ditawarkan dengan biaya terjangkau terkait representasi teknologi 3D model komputer yang dibuat dari feedstock material. Dalam literatur sebuah laporan menyatakan 3D print model membantu meningkatkan hasil evaluasi operasi orthopedic terhadap anatomi



dan pathology yang berkaitan dengan peraba, serta visual experience pada pasien tertentu. Pada perancangan ini, menghadirkan pengalaman dalam persiapan dan penggunaan *3D Cast Fixation*.

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, pasien patah tulang membutuhkan alat fiksasi anti air dan nyaman yang berguna untuk proses rehabilitasi pasien.

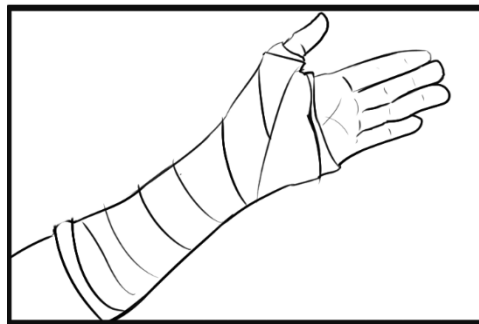
## 1.2 Rumusan Masalah

1. Kebutuhan alat fiksasi pada tulang patah bertujuan melindungi dan menstabilkan struktur anatomi tulang yang patah di Indonesia masih memiliki kelemahan dari segi kenyamanan.

Tabel 3 Rumusan Masalah 1

No.

Gambar



Keterangan

1. Fiksasi eksternal / Cast Fixation bahan gypsum.

Kekurangan

- Kulit melepuh.
- Pemasangan gips yang ketat akan memberikan gangguan atau tekanan pada pembuluh darah, saraf atau tulang itu sendiri.
- Pemasangan yang lama dapat mengakibatkan kekakuan pada sendi dan kemungkinan yang dapat terjadi:

- Disus Osteoporosis dan Atrofi
- Alergi dan gatal-gatal akibat gips yang tumbuh jamur.
- Berat dan mengurangi aktifitas sehari-hari penderita patah tulang

Maka perlu adanya alat fiksasi yang memiliki ventilasi agar mendapat sirkulasi udara untuk mengurangi resiko iritasi selama proses penyembuhan dan menghasilkan struktur ringan.

2. Kurangnya tingkan kemandirian pasien fraktur yang menggunakan gips dalam menjalani aktifitas kehidupan sehari-hari.


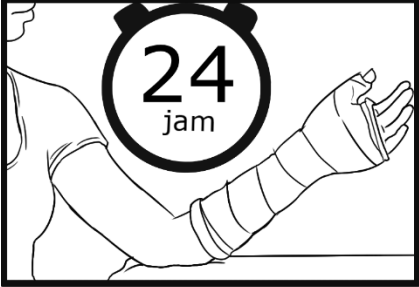
Tabel 4 Rumusan masalah 2

No.	Gambar	Keterangan
1.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gips yang basah dapat menimbulkan jamur atau menyebabkan gatal (koreng) pada kulit.</li> <li>• Gips menjadi tidak efektif dalam melindungi dan menstabilkan tulang.</li> </ul>

Perlu adanya material yang mampu tahan terhadap air untuk mengurangi gangguan pada aktifitas pasien patah tulang sehari-hari selama menjalani proses penyembuhan.

3. Proses pemasangan dan dan pelepasan gips yang masih memiliki kelemahan.

Tabel 5 Rumusan masalah 3

No.	Gambar	Keterangan
1.		Pasien menderita tekanan mekanik selama pembuatan cetakan.
2.		Membutuhkan waktu pemasangan 24 jam hingga gips benar-benar kering.

Perlu adanya alat fiksasi yang mudah dalam pemasangan agar pasien tetap merasakan nyaman saat proses pemasangan.

### 1.3 Batasan Masalah

1. Fraktur tulang yang menjadi subyek penelitian adalah fraktur tulang lengan bawah atau *forearm*, terutama tulang 2/3 Ulna.
2. Jenis fraktur yang menjadi subyek utama adalah fraktur tulang yang sudah menjalani operasi (ORIF) kelas I, II, IIIa dan IIIb pada tipe tulang tidak stabil, fraktur tulang stabil dan membutuhkan cast pada tahap penyembuhan.
3. Teknologi *Additive Manufacturing* (AM) yang dipakai sebagai obyek penelitian adalah teknologi 3D Print yang tersedia di Laboratorium HUCED (*Human Center Design*), Departemen Desain Produk Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

#### **1.4 Tujuan dan Manfaat**

1. Mendapatkan tingkat kenyamanan seperti ringannya *3d cast fixation* dan mengurangi tingkat iritasi.
2. Meningkatkan kemandirian pasien dalam menjalani aktifitas sehari-hari selama proses rehabilitasi.
3. Mendapatkan metode alternatif pembuatan *3D cast fixation* dengan variable utama ketebalan, kelengkungan dan joining yang dibutuhkan dan peluang manufaktur custom di Indonesia.

#### **1.4 Manfaat**

1. Hasil penelitian ini memungkinkan bisa langsung diaplikasikan pada tindakan medis penanganan cast fixation jenis fraktur pada lokasi yang lain.
2. Hasil penelitian ini memungkinkan pengembangan standar baru tindakan medis terhadap penanganan kasus alat fiksasi patah tulang yang terintegrasi di Indonesia.
3. Hasil penelitian ini membuka peluang penelitian, pengembangan dan aplikasi yang memungkinkan kemandirian produksi alat medis di Indonesia.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Jenis *Injury*

Klarifikasi secara medis tentang luka (*Injury*) mengacu pada klasifikasi oleh WHO (2011) dalam sebuah sistematika kode untuk penyakit dan tanda-tanda gejala, temuan abnormal, keluhan, situasi sosial dan penyebab eksternal cedera atau penyakit, yang menjadi acuan dunia medis seluruh dunia yaitu *The International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision (ICD-10) Chapter XIX : Injury, poisoning and certain other consequences of external cause*. Untuk jenis luka,, terkait dengan lokasi luka, menggunakan kode S00-T14 dengan urain secara umum sebagai berikut:

1. S00 - T14 – *Injury*
  - 1.1 (S00 – S09) *head*
  - 1.2 (S10 – S19) *neck*
  - 1.3 (S20 – s29) *thorax*
  - 1.4 (S30 S39) *abdomen, lower back, lumbar spine and pelvis*
  - 1.5 (S40 – S49) *shoulder and upper arm*
  - 1.6 (S50 – s59) *elbow and forearm*
  - 1.7 (S60 – s69) *wrist and hand*
  - 1.8 (S70 – S79) *hip and thigh*
  - 1.9 (S80 – S89) *knee and lower leg*
  - 1.10 (S90 – S99) *ankle and foot*
  - 1.11 (T00 – T07) *involving multiple body regions*
  - 1.12 (T08 – T14) *unspecified parts of trunk, limb or body region*

Mengacu pada ICD-10, khususnya point 1.6 (S50 – S39) *elbow and forearm*, secara terperinci berisi tentang *injury*, keracunan dan konsekuensi tertentu yang disebabkan faktor eksternal lebih spesifik, mengenai kategori *injury*, tipe dan golongan fraktur pada bagian *elbow and forearm* menggunakan kode sebagai berikut:

*S50 Superficial injury of elbow and forearm*

*S51 Open wound of elbow and forearm*

*S52 Fracture of forearm*

*S53 Dislocation and sprain of joints and ligaments of elbow*

*S54 Injury of nerves at forearm level*

*S56 Injury of blood vessels at forearm level*

*S57 Injury of muscle, fascia and tendon at forearm level*

*S58 Crushing injury of elbow and forearm*

*S59 Traumatic amputation of elbow and forearm Other and unspecified injuries of elbow and forearm*

## **2.2 Forearm Fracture**

Fraktur tulang pada bagian forearm dapat terjadi karena beberapa penyebab. Tulang dapat fraktur pada sedikit bagian atau fraktur dalam beberapa bagian. Bagian tulang yang fraktur bisa dalam keadaan linier atau masih lurus dengan tulang utama (tulang radius atau tulang ulna) atau mungkin juga terpisah dari bagian tulang utama (radius atau ulna). Berdasarkan jenisnya, fraktur tulang pada bagian forearm terbagi sebagai berikut :

### **2.2.1 Olecranon Fracture**

*Olecranon fracture* adalah cedera pada salah satu tulang siku. Tulang olecranon adalah tulang menonjol yang membentuk titik siku. Tulang *olecranon* sebenarnya ujung dari tulang ulna, salah satu dari dua tulang lengan bawah, Tulang *olecranon* merupakan penyangga dari kekuatan otot trisep pada lengan, sehingga fraktur tulang *olecranon* dapat mengganggu individu untuk meluruskan sendi siku tertera pada (Lampiran 1)

### **2.2.2 Radial Head Fracture**

*Radial head fracture* adalah cedera yang umum terjadi sekitar 20% dari semua cedera siku. Radial head fracture sering terjadi karena jatuh dalam keadaan tangan terlentang dan mungkin terkait dengan dislokasi siku. Lebih dari setengah *radial head* fraktur berhubungan dengan dislokasi siku. *Radial head* fraktur lebih sering terjadi pada wanita dibandingkan pada pria, dan lebih mungkin terjadi pada rentan usia antara 30 dan 40 tahun (Lampiran 2)

### **2.2.3 Radial Shaft Fracture**

Fraktur tulang yang terisolasi dari radial shaft adalah cedera yang tidak biasa. Lebih umum, fraktur *radial shaft* berhubungan dengan cedera tulang ulna atau tulang radius. Ketika fraktur tulang radial shaft terjadi, umumnya membutuhkan operasi kecuali fraktur non-displaced atau bagian fraktur tidak berpindah. Jika fraktur adalah keluar dari posisi, makarotasi lengan terbatas. Untuk alasan ini, kebanyakan fraktur tulang radial shaft diperlukan dengan perbedaan untuk meluruskan dan menahan tulang terkait diposisi yang tepat gambar (lampiran 3).

### **2.2.4 Both Bones Forearm Fracture**

*Both bones fracture* adalah cedera yang hampir selalu membutuhkan operasi pada pasien dewasa. Tanpa operasi, gerakan lengan bawah umumnya tidak akan stabil. Pada anak kecil, perawatan *nonsurgical* dapat dipertimbangkan, tetapi diusia remaja tindak operasi mungkin diperlukan.

Tindak operasi *both bones forearm* yang paling sering dilakukan adalah dengan menempatkan pelat logam dan sekrup pada kedua tulang, yaitu tulang radius dan tulang ulna. Metode dalam tindak operasi melalui pendekatan dengan cara sayatan terpisah, sehingga terdapat 2 sayatan pada bagian *forearm*. Tetapi hal ini tidak dapat dilakukan dalam patah tulang yang mengalami masalah pada stabilitas rotasi. Oleh karena itu, sebagian besar *fractur both bones arm* diperlakukan tindak operasi dengan plat logam dan sekrup gambar dapat dilihat pada (lampiran 4).

### **2.3 Ulna 2/3 Fracture**

*Ulna 2/3 fracture* adalah patah tulang yang terjadi pada bagian tulang ulna yang letaknya dekat dengan pergelangan tangan, merupakan tipe patah tulang dari *radial shaft*. Dalam perawatan patah tulang, khususnya tulang ulna dewasa. Diagnosa awal pada kasus patah tulang adalah penggolongan jenis tipe patah tulang stabil dan patah tulang tidak stabil.

- a. Patah tulang stabil, disebut juga *nightstick fracture*, *displaced <50%* serta *periosteum* utuh dan *interosseous* membran bertindak sebagai penahann rotasi.
- b. Patah tulang tidak stabil, keadaan tulang  $>50\%$  atau 10-15% kemiringan sudut patah. Sudut bagian tulang yang patah atau *displacement* terhadap *interosseous* membran sedikit toleransinya.

Gambar diatas merupakan patah tulang stabil dan dilakukan tindak perawatan tanpa operasi ORIF. Patah tulang 2/3 ulna pada *forearm* menunjukkan  $<100-150$  sudut patah tulang dan lebih dari 50%-70% letak fraktur tulang berlawanan. Pemasangan cast atau fiksasi lebih baik dengan mengimobilisasi bagian patah tulang dan pergelangan tangan, serta toleransi 50% reduksi dari forearm terhadap pronasi dan supinasi ketika menggunakan *cast fixation*.

### **2.4 Pengertian Cast Fixation**

Fixation atau gips adalah alat imobilisasi eksternal yang terbuat dari bahan mineral yang terdapat pada alam dengan formula khusus dengan tipe plester atau fiberglass. Tujuan pemasangan gips adalah untuk mengimobilisasi bagian tubuh dalam posisi tertentu dan memberikan tekanan yang merata pada jaringan lunak yang terletak didalamnya.

Gips dapat digunakan untuk mengimobilisasi fraktur yang telah direduksi, mengoreksi deformitas, memberikan tekanan merata pada jaringan lunak dibawahnya memberikan dukungan dan stabilitas bagi sendi yang mengalami kelemahan.



## **2.5 ORIF**

ORIF (*Open Reduksi Internal Fiksasi*) adalah sebuah prosedur bedah medis, yang tindakanya mengacu pada operasi terbuka untuk mengatur tulang, seperti yang diperlukan untuk beberapa patah tulang, fiksasi internal mengacu pada fiksasi sekrup dan piring untuk mengaktifkan atau memfasilitasi penyembuhan (Brunner&Suddart, 2003). ORIF (*Open Reduction with Internal Fixation*) adalah satu tindakan untuk melihat fraktur langsung dengan teknik pembedahan yang mencakup didalamnya pemasangan pen, sekrup, logam atau protesa untuk memobilisasi fraktur selama penyembuhan (Depkes, 1995:95). Tindakan ini dilakukan untuk memperbaiki posisi fragmen tulang pada fraktur terbuka yang tidak dapat di reposisi tetapi sulit dipertahankan. Untuk memberikan hasil yang lebih baik maka perlu dilakukan tindakan ORIF.

Indikasi dilakukan operasi ORIF yaitu fraktur yang tidak bisa sembuh, fraktur yang tidak bisa direposisi tertutup, fraktur yang dapat direposisi tetapi sulit dipertahankan, fraktur yang berdasarkan pengalaman memberi hasil lebih baik dengan operasi (Reksoperasirodjo,1995:513). Kominutif, fraktur dengan tulang pecah menjadi beberapa bagian.

Beberapa tujuan dilakukannya ORIF (*Open Reduksi Fiksasi Internal*) antara lain:

1. Memperbaiki fungsi dengan mengembalikan gerakan dan stabilitas.
2. Mengurangi rasa nyeri.
3. Klien dapat melakukan ADL dengan bantuan yang minimal dan dalam lingkup keterbatasan klien.
4. Sirkulasi yang dipertahankan pada ekstremitas yang terkena.
5. Tidak ada kerusakan kulit.

(T.M.Marrelli, 2007)

## **2.6 Jenis Cast Fixation**

### **2.6.1 Berdasarakan Material**

*Cast fixation* atau gips pada patah tulang merupakan metode yang umum digunakan dalam proses penyembuhan dan banyak dilakukan oleh rumah sakit.

Tabel 6 Jenis Alat Fiksasi


No.	Nama Produk	Gambar
1.	Fiksasi Perban	(Lampiran 5)
	Keterangan	
	Fiksasi ini menggunakan material kain, tangan yang mengalami fraktur dibalut menggunakan perban.	
	<i>Gypsum Cast</i>	(Lampiran 6)
2.		Keterangan
	Gips plaster terbuat dari kain kasa kering yang diolah dengan tepung atau dextrose dan kalsium sulfat. Dibanding fiberglass, material ini membutuhkan biaya yang lebih mahal dan lebih lunak sehingga mudah dibentuk.	
	<i>Fiberglass Cast</i>	(Lampiran 7)
3.		Keterangan
	Terbuat dari fiberglass, sejenis plastic yang mudah dibentuk, gips jenis ini memiliki masa yang lebih ringan dibanding gips berbahan plester. Daya	

tahannya lebih lama dibanding plaster dan permukaannya berpori sehingga memiliki sirkulasi udara yang baik.

### 2.6.2 Berdasarkan Letak Patah Tulang

Fraktur tulang membutuhkan treatment atau perawatan yang berbeda pada proses fiksasi atau gips. Hal ini berdasarkan letak patah tulang yang dialami. Berikut merupakan jenis cast fiksasi berdasarkan letak frakturnya.

Tabel 7 Fiksasi berdasarkan letak patah tulang

No.	Kategori	Gambar
	<i>Short Arm Cast</i>	

1.

#### Keterangan

Diaplikasikan dari bawah siku hingga tangan, gips jenis ini berfungsi untuk menangani kasus patah tulang lengan bawah dan pergelangan tangan. Selain itu digunakan juga untuk mempertahankan letak otot lengan bawah dan pergelangan tangan pascaoperasi.

*Long Arm Cast*

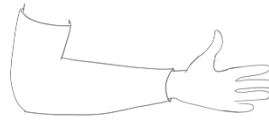


2.

#### Keterangan

Diaplikasikan mulai dari lengan atas hingga telapak tangan, gips jenis ini berfungsi untuk menangani kasus patah tulang lengan atas, siku maupun lengan bawah. Selain itu juga berfungsi sebagai penahan posisi otot pascaoperasi.

### *Arm Cylinder Cast*



3. **Keterangan**

Diaplikasikan dari lengan atas hingga lengan bawah, gips jenis ini berfungsi untuk menahan otot siku pada tempatnya pasca operasi atau dislokasi.

### *Shoulder Spica Cast*



4. **Keterangan**

Diaplikasikan disekeliling badan hingga pundak, lengan dan tangan, gips jenis ini berfungsi untuk menangani kasus dislokasi pundak. Selain itu juga berfungsi untuk mempertahankan letak otot disekitar pundak pasca operasi.

## **2.7 3D Print Technology**

3D *printing* atau *additive manufacturing* adalah sebuah proses dalam manufaktur untuk mencetak 3D solid dimensi dari file digital atau CAD (*Computer Aided Design*). File CAD dibuat dari 3D model dengan menggunakan aplikasi piranti lunak seperti AutoCAD, Solidwork dan Solid Edge, yang dalam penelitian ini menggunakan Autodesk Fusion 360 dan terintegrasi dengan 3D Scanner sebelum melakukan pengolahan file kedalam tahap berikutnya.

Tidak semua 3D print menggunakan teknologi yang sama. Beberapa diantaranya menggunakan metode melting atau softening material pada tahap

layering. Selektif Laser Sintering (SLS) dan Fused Deposition Modelling (FDM) adalah teknologi yang umum digunakan dalam 3D print.

## **2.8 Fused Deposition Modelling (FDM)**

Teknologi FDM bekerja menggunakan material filamen plastik atau filamen jenis logam yang dilepaskan dari kumparan dan mensupply bahan tersebut ke *Nozzle* ekstrusi yang berfungsi sebagai konversi dan pengontrol. *Nozzle* dipanaskan untuk mencairkan material filament dan memindahkan dikedua arah horizontal dan vertical dengan mekanisme kontrol secara numerik, dikendalikan langsung melalui piranti perangkat lunak (CAM). Obyek 3D yang dibuat dibentuk secara perlayer dari proses ekstrusi *nozzle*. Material yang digunakan dalam hal ini adalah tipe filament ABS (*Acrylonitrie Butadiene Styrene*) dan PLA (*Polylactic Acid*).

DFM dikembangkan oleh Scott Crump pada akhir tahun 1980. Setelah mematenkan teknologi tersebut, dan mulai mendirikan perusahaan stratasy pada tahun 1989. Dasar prinsip kerja mesin FDM adalah mengextrusi 2 material, satu untuk mengekstrusi model dan satu lainnya mengekstrusi struktur pendukung model.

## **2.9 Food and Drug Administration (FDA)**

Food and Drug Administration (FDA or USFA) adalah U.S Department of Health and Human Service mengatakan bahwa fleksibilitas percetakan 3D memungkinkan desainer untuk membuat perubahan dengan mudah tanpa perlu menyiapkan peralatan tambahan atau alat. Hal ini juga memungkinkan produsen untuk membuat perangkat dengan struktur internal yang sangat kompleks. Kemampuan ini telah memicu minat besar dalam percetakan 3d peralatan medis dan produk lainnya, termasuk makanan, barang rumah tangga, dan suku cadang otomotif.

## **2.10 Material 3D print**

Filament adalah material yang digunakan dalam proses pencetakan atau lebih tepatnya material yang diekstrusi pada mesin 3D print. Teroplastik adalah sebagian dari banyaknya jenis material yang umum digunakan dalam proses 3D print.

### 2.10.1 PLA (*Polylactic Acid*)

PLA adalah salah satu *filament* dari 2 jenis material yang paling umum digunakan dalam proses dekstop 3D print selain *filament* ABS. PLA juga merupakan rekomendasi default material pada dekstop 3D print. Filament PLA memiliki beberapa kelebihan, seperti: tidak berbau, rendah-warp, dan membutuhkan panas bed yang rendah. Selain itu filament PLA adalah material yang ramah lingkungan, terbuat dari pati jagung yang merupakan sumber daya terburai dan membutuhkan sedikit energi untuk memproses dibandingkan dengan plastik tradisional (berbasis minyak bumi).

*Ekstruder temperature* : 1800 – 2200C *bed*

*Temperature* : 200 – 550C

*Bed adhesiion* : *blue painters tape*

*Diameter filament* : 1.75mm, 3mm

### 2.10.2 ABS (*Accrylonitrile Butadiene Styrene*)

ABS adalah material filamen yang umum digunakan dalam proses dekstop 3D print selain filament PLA. Filament ABS merupakan bahan terbaik digunakan untuk membuat 3D model yang tahan lama dan mampu menahan suhu yang lebih tinggi. Bila dibandingkan dengan filament PLA. Pada saat proses pencetakan dapat ditambahkan pula cairan acetone untuk hasil mengkilap. Saat proses cetak 3D print, disarankan permukaan bed pada printer untuk dipanaskan agar plastik ABS dapat mengikat ketika didinginkan untuk membentuk obyek 3D.

*Extruder Temperature*: 2200 – 2350C

*Bed Temperature* : 800 – 1100C

*Bed Ahesion* : *Kapton Tape/ Hairspray*

*Diameter Filament* : 1.75mm, 3mm

## 2.11 Kode Etik Penelitian Kesehatan

Ilmu dan teknologi kedokteran telah berkembang sangat pesat berkan penelitian yang baik dan bermutu tinggi, penelitian yang bermutu tinggi adalah

penelitian yang memenuhi syarat keunggulan ilmiah serta menjunjung tinggi harkat, martabat, dan hak azasi manusia seperti tertuang dalam Deklarasi Helsinki, dan memenuhi prinsip-prinsip Cara Uji Klinik yang baik (GCP, *Good Clinical Practice*).

Komite Etik Penelitian Kesehatan FKUI-RSCM adalah badan independen yang dibentuk untuk mengawasi agar penelitian pada manusia dilaksanakan sesuai dengan prinsip-prinsip ICH-GCP (*International Convention on Harmonization of Good Clinical Trial Practice*). Badan ini berfungsi menilai proposal penelitian yang akan dilakukan di lingkungan FKUS-RSCM, atau di rumah sakit afiliasi, pusat-pusat riset di Jakarta dan sekitarnya, atau penelitian yang dilakukan oleh staf FKUI atau METODOLOGI suatu proposal, karena penelitian yang tidak benar secara ilmiah atau dijalankan dengan metode yang tidak tepat akan menghasilkan kesimpulan yang salah dan dengan sendirinya bersifat tidak etis. Berikut adalah tahapan yang akan dilaksanakan oleh pengaju.

#### Komposisi Anggota

Keanggotaan Komite Kaji Etik Penelitian FKUI terdiri dari para staf kedua institusi, anggota di luar institusi, dan dua anggota dari kalangan non sains (orang awam) sesuai dengan persyaratan susunan anggota Komite Etik Penelitian Kesehatan berdasarkan ketentuan ICH-GCP.

#### Rapat Komite Etik Penelitian Kesehatan

Komite Etik Penelitian Kesehatan mengadakan rapat satu kali seminggu dengan agenda utama membahas proposal penelitian. Selain itu juga dilakukan pembahasan amandemen protokol yang memerlukan full board review.

#### Prosedur Pengajuan Kajian Etik Penelitian Kesehatan

Formulir pengajuan kajian etik dapat diambil di sekretariat Komite Etik Penelitian Kesehatan FKUI-RSCM di Ruang Komite Etik Penelitian Kesehatan (belakang rumah duka RSCM). Selanjutnya pengusul harus mengisi formulir, sinopsis (ringkasan proposal) yang disediakan, dan proposal lengkap, masing-

masing sebanyak 20 rangkap. Proposal harus sudah ditandatangani oleh pimpinan institusi tempat penelitian dilakukan. Untuk penelitian yang berkaitan dengan pendidikan (penelitian PPDS, S2, S3, Mahasiswa), proposal harus ditandatangani oleh pembimbing.

Proposal harus dilengkapi curriculum vitae peneliti utama (*principal investigator*) dan peneliti pendamping (*co-investigator*), lembaran persetujuan (*informed consent*) yang terdiri dari:

1. Informasi untu subjek penelitian,
2. Lembaran persetujuan subjek (lembar tanda tangan).

#### Persetujuan

Komite Etik Penelitian Kesehatan FKUI-RSCM akan mengeluarkan rekkomendasi dalam waktu paling lambat 2 minggu setelah pengajuan (kecuali bila hari rapat bertepatan dengan hari libur).

Rekomedasi dapat berupa:

1. Persetujuan
2. Usul perbaikan
3. Pemanggilan peneliti
4. Penolakan

#### **2.12 Psikologi Bentuk**

Robbins (2003) mendeskripsikan persepsi sebagai proses dimana individu mengorganisasikan dan enafsiran kesan indera mereka. Martinich (2001) mengemukakan bahwa ada 6 dimensi karakteristik yang digunakan dalam mempersepsio suatu produk, yaitu:

1. *Performance* : karakteristik operasi produk
2. *Range and type of features* : kemampuan dan keistimewaan produk
3. *Reliability and durability* : keandalan produk dalam penggunaannya
4. *Maintainability and service* : kemudahan pengoperasian dan pemakaian
5. *Sensory characteristic* : Penampilan, rasa, daya tarik, dan selera



6. *Ethical profile and image* : kualitas produk

### 2.13 Studi Eksisting 3D Cast Fixation

*3D Cast Fixation* adalah fiksasi yang menggunakan teknologi 3D printer dalam proses produksi dan sebelumnya mengalami proses 3d scanning serta pembuatan 3d model objek pada tahap pengembangan produk.

Tabel 8 Existing 3D Cast Fixation

No.	Gambar	Developer	Fitur
1	(Lampiran 8)	<i>Nova Cast</i>	Tahan terhadap Air, mudah saat proses pemakaian.
2.	(Lampiran 9)	<i>Cortex Cast</i>	Lubang sirkulasi banyak.
3.	(Lampiran 10)	<i>Xkelet Cast</i>	Sambungan menggunakan material elastis.

### 2.14 Studi Joining 3D Cast Fixation

No.	Developer	Gambar
	<i>Cortex Cast Fixation</i>	(Lampiran 11)

1. Keterangan
- Joining* seperti ini sering disebut *joining clip* (+) dan (-), dengan jumlah banyak yang terdapat di pinggir bagian part 3dcast. Lubang *joining* akan mulai longgar apabila *3d cast* sering di bongkar dan di pasang.

József Kollár

(Lampiran 12)

2. Keterangan

Joining pada *3d cast Jozsef Kollar* menggunakan material karet yang diikatkan pada 2 bagian yang terpisah agar menyatu. Karet mudah putus kurang aman.

*Xleket*

(Lampiran 13)

Keterangan

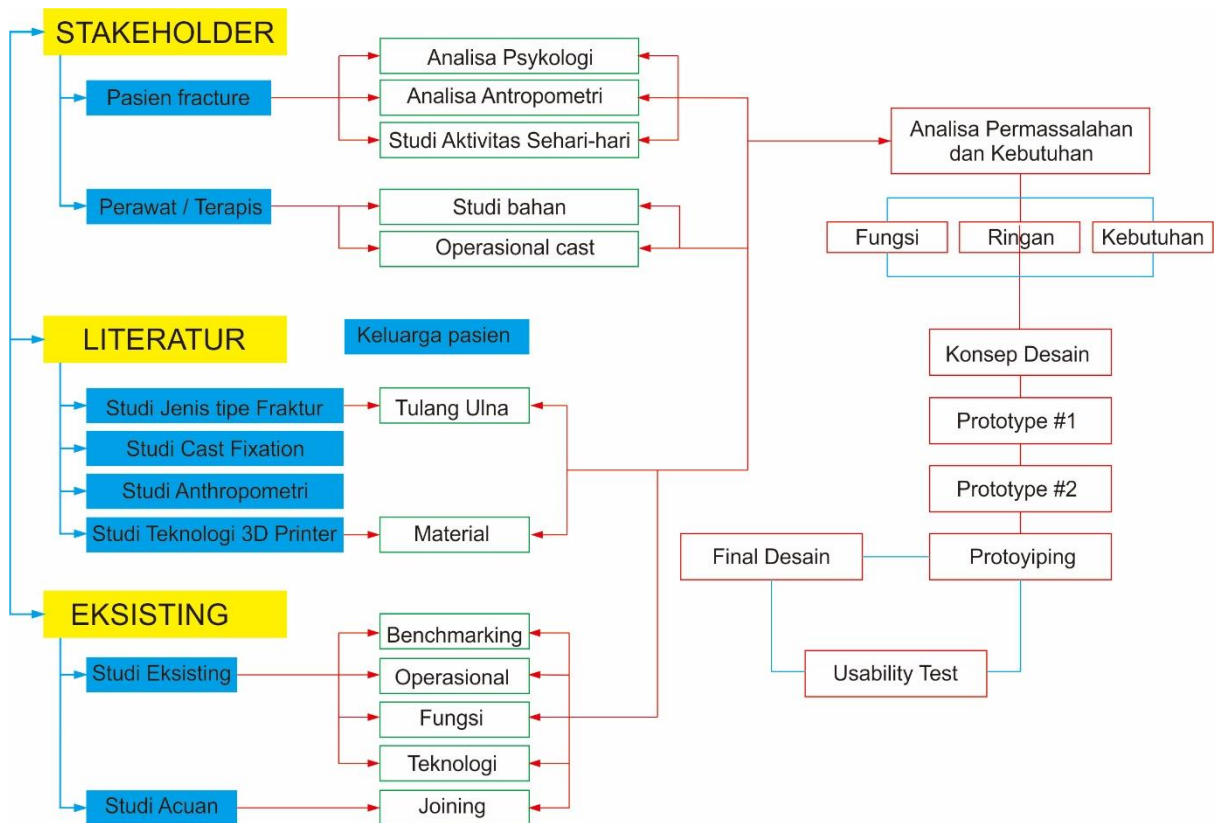
3. Joining pada *3d cast Xleket* menggunakan material karet namun terdapat lubang sebagai penguat pemasangan. Jauh lebih kuat dibandingkan dengan *3d cast Jozsef Kollar* yang sama-sama menggunakan material karet sebagai *joining*.

## BAB III

### METODOLOGI DAN KERANGKA DESAIN

#### 3.1 Skema Penelitian

Untuk melakukan penelitian dalam perencanaan, diperlukan skema penelitian yang menjadi acuan dan melaksanakan perancangan.



Gambar 5 Skema penelitian

#### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Berdasarkan skema penelitian pada gambar 3.1 pengumpulan data didapatkan dari tiga tahapan yaitu tahapan pertama diambil dari *stakeholder*, tahapan kedua berdasarkan studi literatur, dan yang terakhir terdapat pada studi eksisting. Dalam melakukan proses desain, diperlukan data-data yang mendukung sebagai dasar untuk diolah dan dicari kesimpulannya, sehingga menghasilkan kesimpulan dari masalah-masalah yang ada. Berikut metode yang dilakukan dalam proses pengumpulan data:

### 3.2.1 Studi Literatur

Beberapa sumber yang di dapatkan dari buku, jurnal, artikel dan publikasi terkait fiksasi patah tulang dapat dijadikan sebagai data literatur. Data yang diperoleh dari studi literature adalah fiksasi tulang patath yang dilakukan setelah menjalani operasi (ORIF) dengan kelas fraktur I, II, IIIa dan IIIb, pengertian cast fixation, jenis-jenis cast fixation dan teknologi 3D printer, serta beberapa produk eksisting terkait 3D cast fixation.

### 3.2.2 Dara Stakeholder

Data dari *stakeholder* merupakan data primer yang menjadi rujukan utama untuk mengidentifikasi permasalahan dan menentukan konsep desain desain pada penelitian ini.

#### a. *Deep Interview*

Dalam pelaksanaannya, *deep interview* merujuk pada perawat yang berdinas di Rumah Sakit Dian Husada – Mojokerto, beberapa data yang diperoleh adalah sebagai berikut ;

1. Alat dan bahan untuk fiksasi (plester)
2. Runtutan dalam fiksasi (plaster)
3. Kaitan tulang dan sendi yang difiksasi
4. Waktu yang dibutuhkan dalam fiksasi
5. Biaya fiksasi

#### b. Prototyping

*Prototyping* adalah penciptaan nyata dari konsep-konsep yang sudah ada pada tingkat resolusi tertentu. Tujuan daripada *prototyping* adalah mengetahui waktu ang dibutuhkan mesin 3D printer dalam memproduksi 3D *cast fixation*, dan pengembangan serta pengujian ide-ide yang direalisasikan.

### 3.2.3 Referensi Desain

Data referensi digunakan untuk mengetahui fitur-fitur pada produk 3D *cast fixation* yang sudah ada. Selain itu, data referensi juga digunakan sebagai studi pembandingan atau *benchmarking* terhadap 3D cast fixation dalam spekulasi

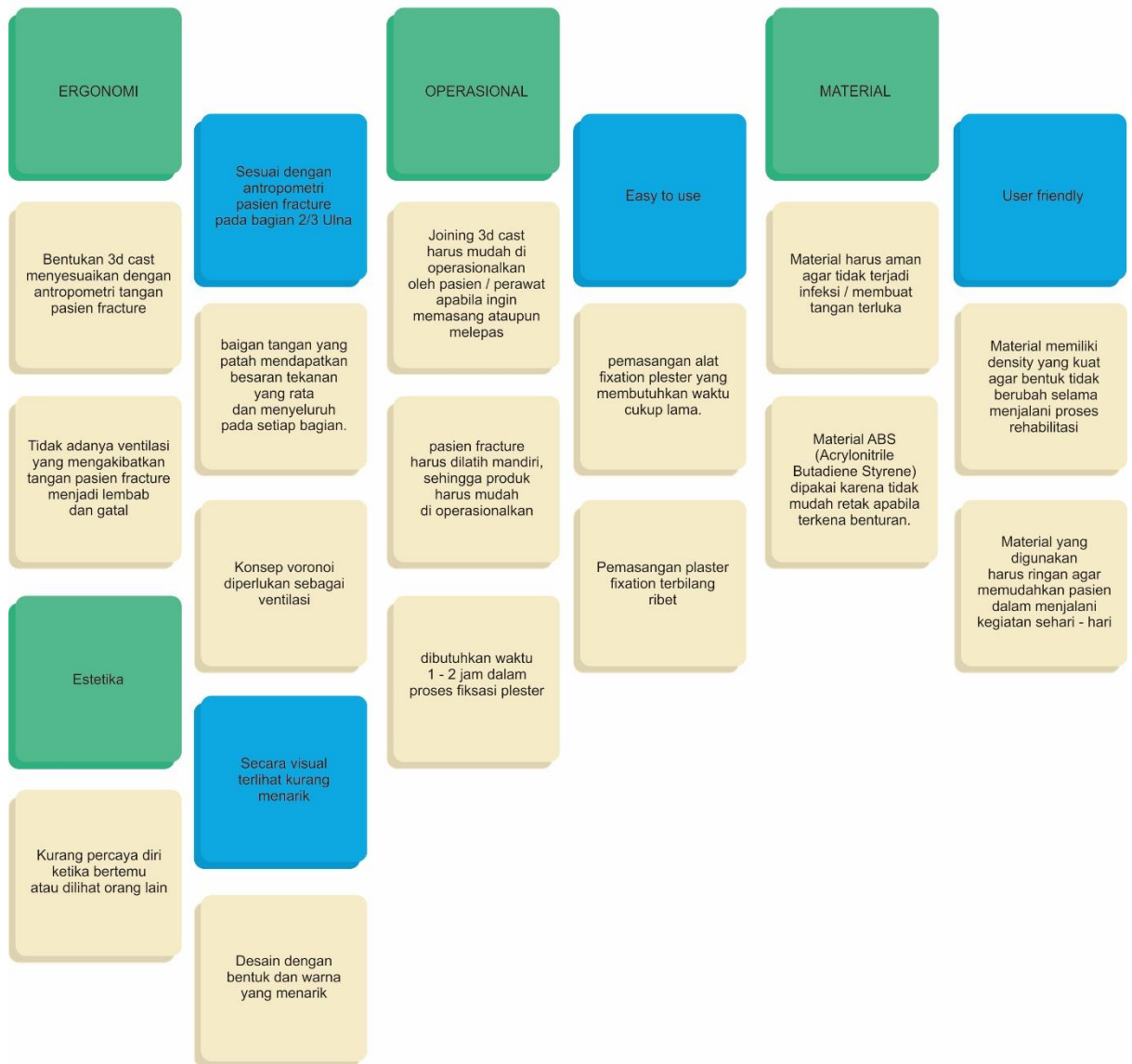
*positioning* dan penempatan harga. Beberapa hasil dari referensi desain adalah sebagai berikut:

- a. Sistem sambungan atau Joining
- b. Operasional 3D cast fixation
- c. Trend desain 3D cast fixation
- d. Teknologi 3D printer
- e. Struktur 3D cast fixation

#### **3.2.4 Affinity Diagram**

Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi data-data yang telah diperoleh, baik data hasil observasi yang berupa permasalahan, data kebutuhan maupun ide-ide dan isu-isu yang menarik terkait penelitian kedalam kelompok-kelompok data. Berikutnya, kelompok-kelompok data tersebut dikorelasikan dengan judul atau istilah berdasarkan garis besar penggolongan yang sudah teridentifikasi.

# AFFINITY DIAGRAM



Gambar 6 Affinity Diagram

### 3.2.5 Pengukuran Anthropometri

Pengukuran anthropometri dilakukan dengan cara mengukur secara langsung terhadap ukuran tubuh, khususnya daerah dtangan dekat pergelangan (2/3 Ulna) melalui pendekatan scanning *Device EinScan-Pro*. Hasil pengukuran ini bertujuan untuk memperoleh dimensi ukuran tangan pasien patah tulang yang akan digunakan sebagai objek dalam proses editing 3D model menggunakan aplikasi

Autodesk Fushion 360. Adapun objek penelitian adalah user dengan tinggi 175 cm, berat 78kg dan umur 25 tahun.

(Halaman sengaja dikosongkan)



## BAB IV



### STUDI DAN ANALISA

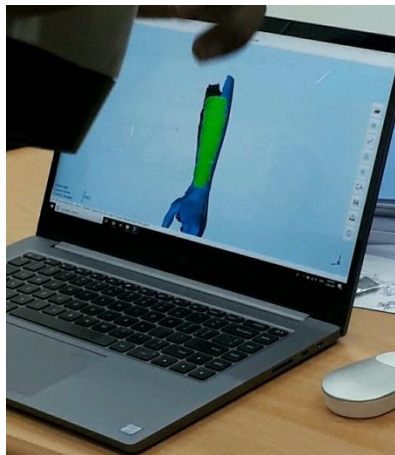
#### 4.1 Analisa Anthropometri

Pendekatan yang dilakukan untuk mendapatkan dimensi tangan khususnya 2/3 Ulna adalah dengan menggunakan device EinScan-Pro sebuah perangkat input untuk memindai suatu objek 3D dalam jarak tertentu dan mengolah menjadi data. Berikut adalah tahap dan hasil dari 3D scan yang telah dilakukan.

Adapun hasil dari beberapa percobaan 3D scan menggunakan device EiinScan-Pro adalah sebagai berikut:

*Tabel 9 Analisa Anthropometri*

No	Gambar	Keterangan
1.		Device EinScan-Pro.
2.		Bagian tangan yang menjadi simulasi atau percobaan 3D scan.

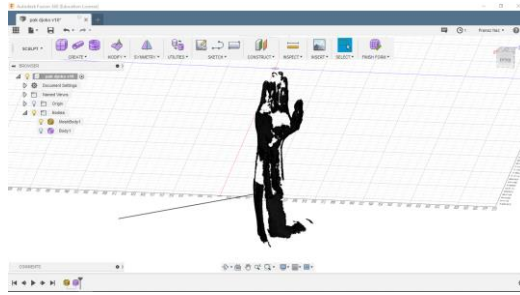


3.



Proyeksi digital dari EinScan-Pro pada notebook.

4.



File dalam format STL.

Kesimpulan: Percobaan 3d scanning berlangsung kurang lebih 30 menit dengan 2x percobaan. Hasilnya, bagian tangan kurang begitu sempurna bentuknya, terlihat jelas layer permukaan tangan, bagian telapak tangan tidak detail dan membutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkan bentuk yang sempurna. Hal ini berkaitan dengan cara scanning yang manual dan pencahayaan ruangan yang redup, tidak menggunakan rail sebagai mounting pada device.

## 4.2 Analisa Bentuk

### 4.2.1 Trend Forecasting Product 2017 – 2018

Cryptic / Critter / Sarang

Keanehan bentuk yang mengingatkan pada sosok makhluk fiktif aneh dan sarangnya. Critter menciptakan kengerian dan keanehan dengan teknologi tinggi dan dukungan ilmu *engenering*.



Gambar 7 Trend Forecasting Product 2017 - 2018

1. Surface: Bersisik, penuh detail dan menggunakan warna yang gelap.

2. Form and Shape: Sistem cakram yang dapat menggigit juga melengkung dibuat dengan perhitungan *engineering* dan komputerisasi. Sedangkan bentuk-bentuk yang lebih organik dari sub tema ini mengedepankan absurditas dan kengerian.
3. Experience & Interface : produk bergaya sub tema critter memberi kesan yang dominan dalam sebuah ruang karena ekspresinya yang dramatis.
4. Techniques (Profuction & Material): Tiap benda dapat diciptakan secara masal ataupun satuan. Teknik 3d prototyping, 3d scanning ataupun seratus persen buatan tangan bisa diaplikasikan asalkan mengedepankan bentuk dramatis dan hyper-detail.

Kesimpulan: Pattern voronoi yang akan diaplikasikan pada desain 3d cast sesuai dengan trend forecasting 2017 pada kategori surface. Dilain fungsinya sebagai sirkulasi udara, voronoi juga memperlihatkan ketertarikan bagi konsumen.

#### 4.2.2 Produk yang sudah ada

Desain merujuk pada acuan desain eksisting 3d cast fixation yang sudah ada ataupun yang sefang dikembangkan.

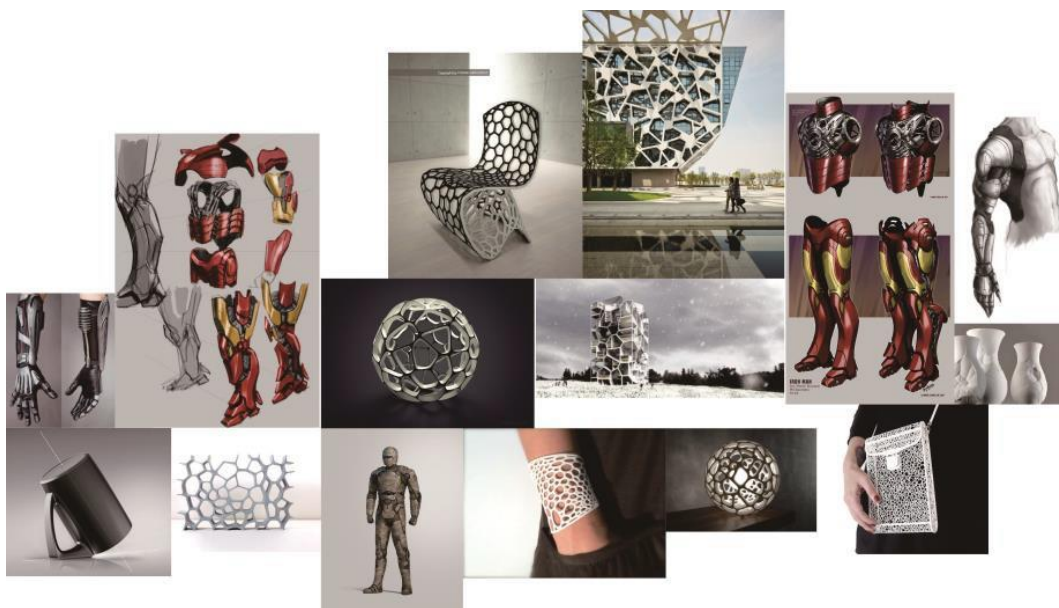


Gambar 8 3d Cast Fixation yang sudah ada

**Kesimpulan:** Kebanyakan 3D cast fixation menggunakan pattern voronoi, atau lebih dikenal dengan fractal.

#### **4.2.3 Moodboard**

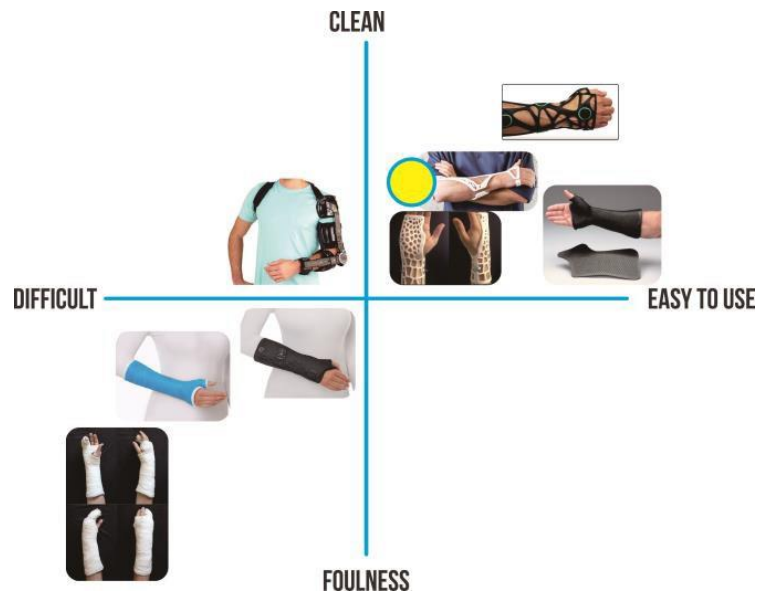
Bentuk voronoi berperan penting dalam perancangan 3d cast untuk mendapatkan ruang sirkulasi udara agar tangan pasien fraktur tidak lembab dan mengatasi munculnya jamur pada permukaan kulit tangan yang terluka.



*Gambar 9 Moodboard*

#### **4.3 Positioning**

Positioning dilakukan untuk mengetahui letak produk pada perancangan ini untuk menyelesaikan permasalahan.



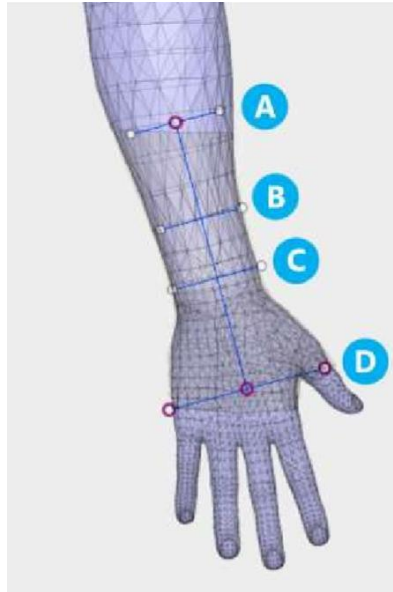
*Gambar 10 Positioning Product*

**Kesimpulan:** Produk harus tetap Clean atau mudah dipersihkan dan easy to use agar tidak membutuhkan waktu yang lama saat proses pemasangan.

#### **4.4 Analisa 3d Modelling**

##### **4.4.1 Mesh Object**

Pendekatan tiga dimensi pada bagian tangan yang dibutuhkan sebagai mesh obyek dilakukan dengan cara mendownload file 3D tangan pada halaman website [www.cgtrader.com](http://www.cgtrader.com), kemudian disesuaikan atau di skala ukuran yang dibutuhkan dengan parameter yang telah ditentukan.



*Gambar 11 Mesh Object Forearm*

Variabel A, B, C, D dan D adalah parameter yang diambil dari ukuran tangan ideal, dengan user tinggi 175cm dan berat badan 75 kg.

A = 65mm

B = 55mm

C = 60mm

D = 105mm

#### **4.4.2 Skema 3d Modelling**

Skema proses pembuatan 3D bertujuan untuk menemukan tahapan yang sesuai pada pembuatan 3d model agar dapat menghemat waktu pengerjaan.



Gambar 12 Runtutan proses 3D Model Cast Fixation

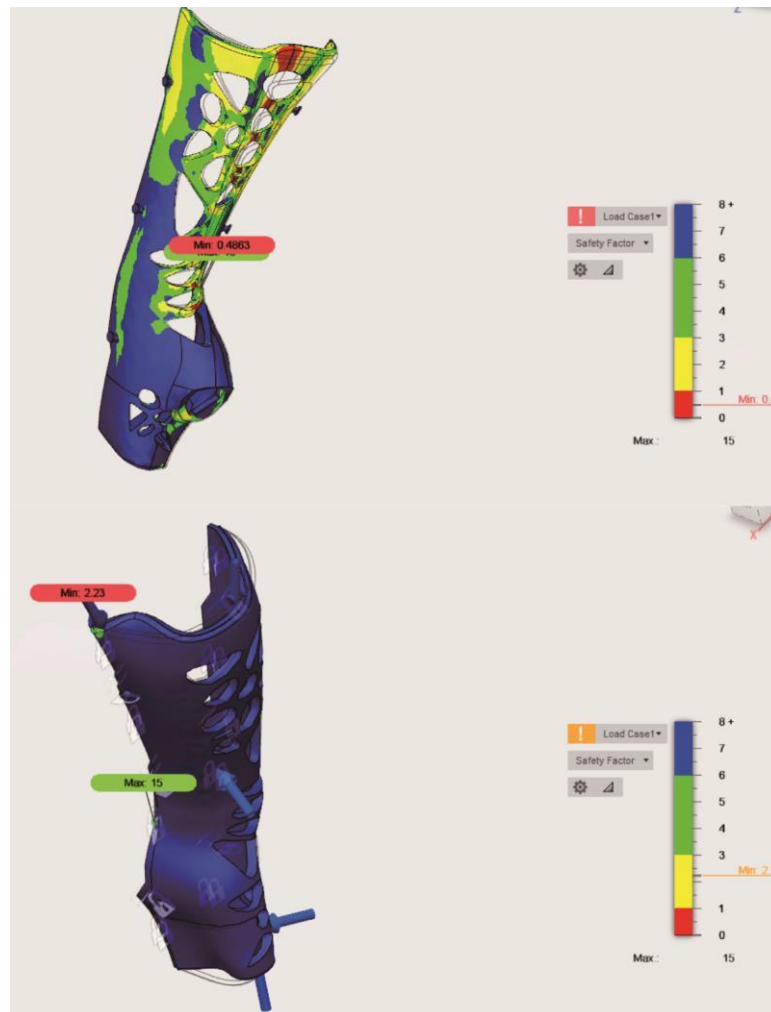
Tahap pengerjaan 3D model cast fixation terbagi menjadi 5 tahapan. Surfacing atau melapisi permukaan dengan spline, kemudian spline diberi ketebalan (Thicken) 5mm menjadi solid (body) Body dipotong dengan patch sehingga terbagi menjadi 2 body. Setelah itu, proses editing ventilasi atau pemberian pada permukaan 3D model cast fixation dengan pettern voronoi. Eksekusi extrude cut dari pattern voronoi dipeoyeksikan pada ke-2 body 3D model.

**Kesimpulan:** Autodesk Fushion 360 adalah aplikasi yang sesuai atau kompatibel dalam pengerjaan surfacing bentuk organis. Terlebih, aplikasi Fushion 360 terdapat model solid dan simulasi digital.

#### 4.5 Simulasi Digital

Simulasi digital dimaksudkan untuk memperoleh data berupa kekuatan struktur dan material dengan stufy linier stress pada permukaan 3D model cast fixation. Desain 3D Cast Fixation yang digunakan pada simulasi digital adalah prototypr #3.





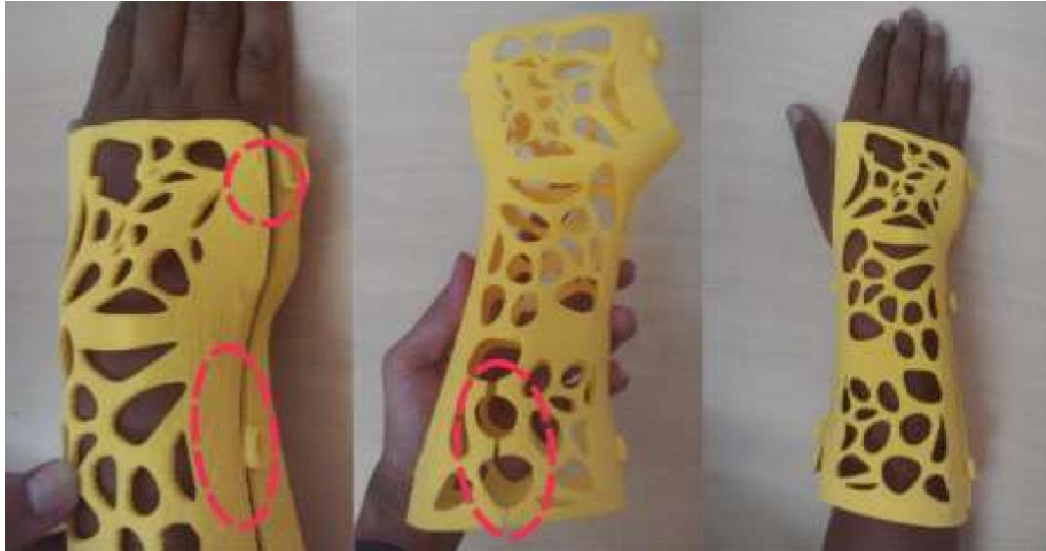
Gambar 13 Simulasi 3D Cast Fixation

**Kesimpulan:** 3D model cast fixation mengalami deformasi maksimal ditunjukkan dengan gambar, pada bagian lengan tangan yang berwarna merah. Sementara warna biru adalah zona aman atau bentuk 3D model cast fixation tidak mengalami deformasi.

## 4.6 Analisa Prototyping

### 4.6.1 Anailsa Prototyping #1

Prototipe #1 dicetak dengan bahan filament PLA, Infil 15% dan ketebalan 3mm.



*Gambar 14 Analisa Prototyping #1*

**Sambungan:** Sistem sambungan prototipr #1 pecah, karena sifat filament PLA yang tidak menahan gaya tarik antar part pada produk. Pemasangan terbilang sulit karena terdapat 6 titik sambungan dengan bentuk yang kecil.

**Struktur:** Terjadi retak pada bagian bodi belakang dalam lingkaran merah pada gambar diatas, ketebalan 3D cast dioxation 3mm, dan infil prototipr yang dicetak 15%.

**Ergonomi:** Pada bagian telapak tangan, model tidak sesuai dengan tangan.

**Kesimpulan:** Pada prototipe #1, dibutuhkan filament yang mempunyai sifat lebih keras lebih baik dari filament PLA. Perubahan dilakukan pada bentuk, dan letak joining, serta ukuran terhadap user (offset 2-3mm).

#### 4.6.2 Analisa Prototyping #2

Prototipe #2 dicetak dengan bahan PLA infil 85% dan ketebalan 3mm.



*Gambar 15 Analisa Prototyping #2*

**Sambungan:** Sistem sambungan prototipe #2 dalam proses produksinya harus dijahit dengan tali webbing dan velcro. Dalam operasionalnya, terdapat 3 lubang oval untuk tali webbing, 3 lubang oval sebagai pengunci tali webbing.

**Struktur:** Meskipun sudah dilakukan simulasi digital untuk mengetahui kekuatan struktur dan material pada produk, namun dalam proses produksinya mengalami retak karena suhu panas. Bentuk lembaran yang nantinya akan berubah bentuk jika di rendam kedalam air mendidih.

**Ergonomi:** Bentuk produk sesuai pada bagian forearm, namun pada bagian telapak tangan masih terdapat celah.

**Kesimpulan:** Filament PLA merupakan material yang kompatibel dalam proses produksi 3d Cast fixation bentuk lembaran, bahan lebih elastis dari filament ABS, perlu adanya bantalan pada interior produk.

### 4.6.3 Analisa Prototyping #3

Prototipe #3 dicetak dengan bahan PLA, infil 85% dan ketebalan 5mm.



Gambar 16 Analisa Prototyping #3

**Sambungan:** Sistem sambungan prototipe #3 menggunakan filament PLA, bentuk sambungan menyerupai rantai pada motor. Dalam operasionalnya, terdapat 6 titik sambungan yang akan ditutup menggunakan kuncian yang menyerupai rantai motor.

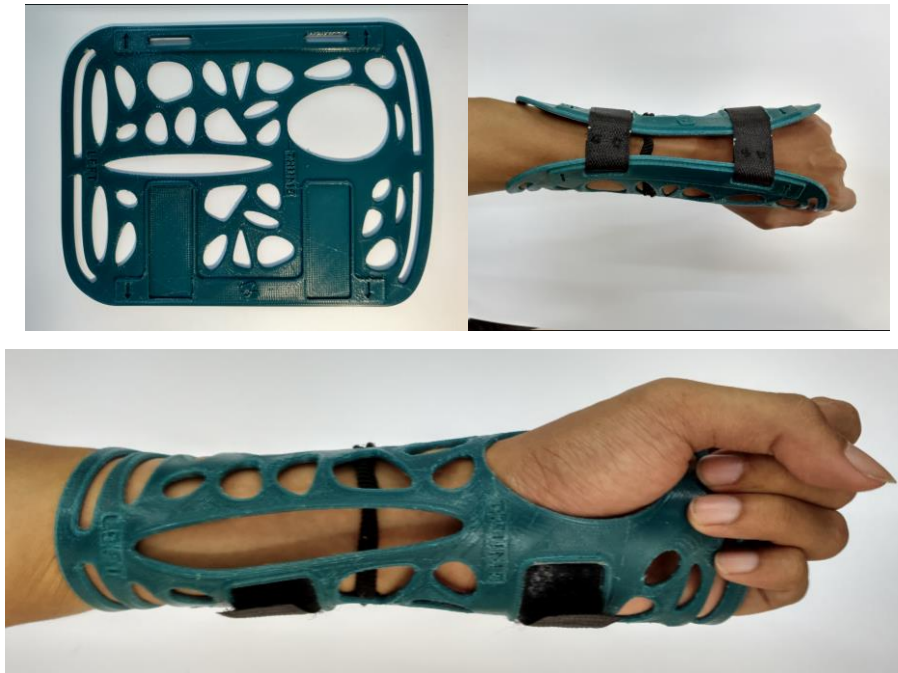
**Struktur:** Meskipun sudah dilakukan simulasi digital untuk mengetahui kekuatan struktur dan material 3D cast fixation, namun dalam dalam proses produksinya, bagian titik sambungan pada prototipe 3# pecah karena terlalu kecil dan pada part kuncian tidak rapat.

**Ergonomi:** Sudah sesuai dengan tangan user, namun tetap terdapat sedikit celah pada bagian forearm. Prototipe #3 kebesaran sekitar 1-2 mm dengan permukaan forearm.

**Kesimpulan:** Filament PLA merupakan material yang tidak kompatibel dalam proses produksi 3D cast Fixation, karena titik sambungan yang mudah pecah, dibutuhkan filament *flexible* pada part sambungan agar dapat mengikuti bentuk dari produk dan lebih elastis.

#### 4.6.4 Analisa Prototyping #4

Prototipe #4 dicetak dengan bahan PLA, infil 100% dan ketebalan 3mm.



*Gambar 17 Analisa Prototyping #4*

**Sambungan:** Sistem sambungan prototipe #4 dalam proses produksinya harus dijahit tali webbing dan velcro. Dalam operasional nya, terdapat 2 lubang oval untuk tali webbing, lubang oval dibuat lebih besar dari prototipe #2 agar mendapatkan kekuatan setelah dipasang.

**Struktur:** Setelah dilakukan simulasi digital untuk mengetahui kekuatan struktur dan material pada 3D cast fixation, dalam proses produksinya prototipe 4# mengalami perkembangan dari prototipe lembaran #3.

**Ergonomi:** Sudah sesuai dengan tangan user, pada bagian telapak tangan sangat nyaman, dan sirkulasi udara diperbanyak.

**Kesimpulan:** Filament PLA merupakan filament yang kompatibel dalam proses produksi 3D cast fixation lembaran, bahan lebih elastis dari filament ABS, joining lebih kuat dibanding prototipe #2.

#### 4.6.5 Analisa Prototipe #5

Prototipe #5 dicetak menggunakan bahan filament ABS, infil 85% dan ketebalan 5mm.



*Gambar 18 Analisa Prototyping #5*

**Sambungan:** Sistem sambungan prototipe #5 dalam proses produksinya menggunakan filament flexible. Dalam operasional nya terdapat 5 lubang sambungan yang nantinya akan kunci menggunakan kuncian flexi agar dapat elastis menyesuaikan bentuk lubang sambungan dan mendapatkan kekuatan tarik yang kuat untuk mengikat kedua belah produk.

**Struktur:** Setelah dilakukan simulasi digital untuk mengetahui kekuatan struktur dan material 3D cast fixation, dalam proses produksinya tidak terdapat pecah dikarenakan filament ABS lebih kuat dari filament PLA.

**Ergonomi:** Sesuai dengan bentuk tangan user, tidak terdapat celah pada interior produk, bentukan 3D cast menyerupai bentukan tangan yang sesuai pada saat proses rehabilitasi.

**Kesimpulan:** Filament ABS merupakan material yang kompatibel dalam proses produksi 3D cast fixation, bahan lebih kuat dari filament PLA, pada bagian sambungan lebih kuat dibanding prototipe #3 karena memiliki ukuran lubang yang

lebih besar dan bagian part kuncinan menggunakan filament flexiable untuk mendapatkan bentukan yang sesuai dengan lubang sambungan.

#### 4.7 Benchmarking

Penentuan harga pasar terhadap kompetitor baik fiksasi fiber, fiksasi gypsum, maupun 3d cast fixation yang telah ada diperoleh dari data pertimbangan proses produksi.

##### Fiksasi Gypsum

Bahan: Gypsum	: Rp 45.000 x 2	=	Rp 90.000,-
Lapisan dasar	: Rp 35.000 x 1	=	Rp 35.000,-
			Rp 125.000,-

##### Fiksasi Fiber

Bahan: Fiber	: Rp 70.000 x 1	=	Rp 70.000,-
Lapisan dasar	: Rp 50.000 x 1	=	Rp 50.000,-
			Rp 120.000,-

##### Fiksasi 3D Cast

Dalam hal ini penentuan harga satuan produk didapatkan dari data slicing (prototipe #4).

Tabel 10 Perhitungan berat prototype

No.	Part	Simplify	Infill (%)	Berat (gram)	Jenis Filament
1.	P4B	10Jam 9menit	85%	147	ABS
2.	P4D	14Jam	85%	163	ABS
3.	Sambungan	5jam	85%	56	Flexible

Spekkulasi harga = (berat P4B + P4D) x Harga bahan

Sumbungan x Harga bahan

Note: Harga bahan filament ABS 1kg = 1000 gram = Rp. 300.000,-

Harga bahan pergram adalah Rp. 300,-

Harga bahan filament flexible 1kg = 1000 gram = Rp. 350.000,-

Harga bahan pergram adalah Rp. 350,-

$(147 + 163) \times 300 = \text{Rp. } 93.000,-$

$56 \times 350 = \text{Rp. } 19.600,-$

$\text{Rp. } 112.600,-$

Pasien menggunakan fiksasi hingga benar-benar sembuh berlangsung selama 2 minggu hingga 3 bulan. Maka diperoleh data perhitungan penggunaan gips selama kurun waktu 10 minggu.

Tabel 11 Jangka waktu penggunaan alat fiksasi

Minggu ke -	Gypsum	Fiber	3D Cast
1	1		
2	2	2	1
3	2	2	1
4	3	3	1
5	3	3	1
6	4	4	1
7	4	4	1
8	5	5	1
9	5	5	1



10	6	6	1
<b>Total</b>	6	6	1

(Halaman sengaja dikosongkan)

## BAB V

### KONSEP DAN IMPLEMENTASI DESAIN

#### 5.1 Konsep Desain

Data kemudian dikelompokkan berdasarkan benang merah, sehingga didapatkan solusi dari permasalahan yang sudah diidentifikasi sebelumnya. Berikut merupakan konsep desain yang didapatkan dari pengelompokan data atau *affinity diagram*.

SOCIAL CONFIDENCE	Kurang percaya diri ketika bertemu atau dilihat orang	Secara visual kurang terlihat menarik
LIGHTWEIGHT	Pada tahap penyembuhan, pasien sebenarnya sudah dapat melakukan aktifitas, terutama gerak motorik	Berat karena terdapat lapis, terutama gypsona
DOING SIMPLE	Susah membuka plester fixation ketika sudah kering	Pemasangan plester fixation terbilang ribet
	Penggantian gips dilakukan jika diperlukan dalam tahap penyembuhan	
BREATHEABLE	Penggunaan dalam waktu yang cukup lama menimbulkan gatal	Bagian tangan yang digips tertutup rapat tanpa ada sirkulasi udara
	Adanya kutu karena bahan softban terbuat dari kapas	Tidak tahan air, meskipun mold tidak rusak, namun gips mengotori tangan

Gambar 19 Konsep Desain

### *Social Confidence*

Social confidence adalah suatu tingkat kepercayaan diri ditengah-tengah kehidupan sosial seseorang yang ditentukan oleh sesuatu, baik faktor terlihat maupun tidak terlihat. Pasien patah tulang merasa kurang percaya diri berada dikeramaian jika menggunakan gips. Oleh sebab itu 3D Cast Fixation menambah tingkat kepercayaan diri pada pasien karena memiliki desain yang lebih menarik dan stylish dengan warna yang dapat di sesuaikan dengan selera pengguna.

### *Lightweight*

Gips yang digunakan pada umumnya memiliki massa beban yang berat. Berbeda dengan gips, 3D Cast Fixation hadir mengusung konsep lightweight, dimana menggunakan material thermoplastic yang ramah lingkungan, ringan dan tidak menimbulkan iritasi pada kulit serta nyaman.

### *Doing Simple*

Kemudahan penggunaan baik pada saat proses pemakaian maupun pelepasan merupakan keunggulan dari 3D Cast fixation. Dimana desain yang simpel dan sistem lepas pasang yang mudah diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan pengguna dalam memakai produk 3D Cast selama masa rehabilitasi.

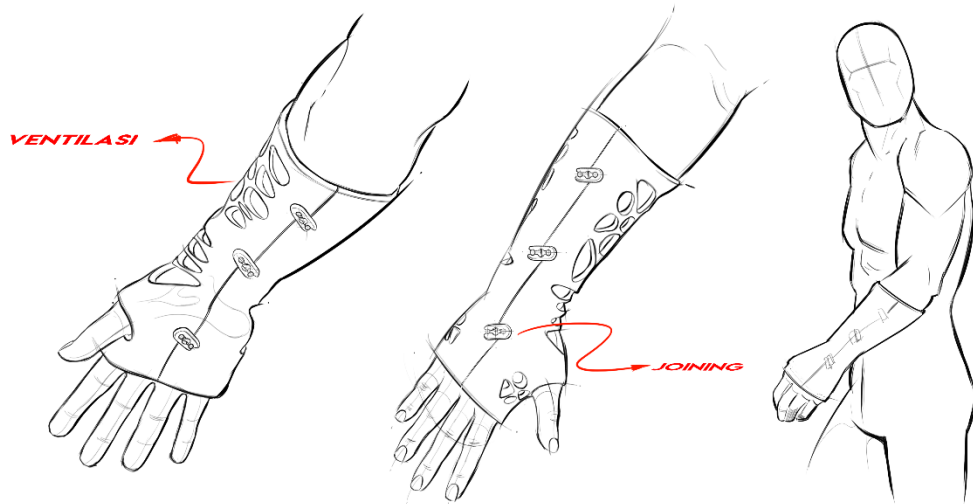
### *Breathable*

3D Cast fixation menerapkan penggunaan *voronoi* pada desainnya. Selain dapat mengurangi penggunaan material dan mempercepat proses produksi, *voronoi* juga berfungsi untuk memberikan ruang pada kulit untuk bernafas. Dengan software digital 3D, lubang ventilasi pada 3D Cast juga memiliki fungsi sebagai kemudahan pada saat ditebuk.

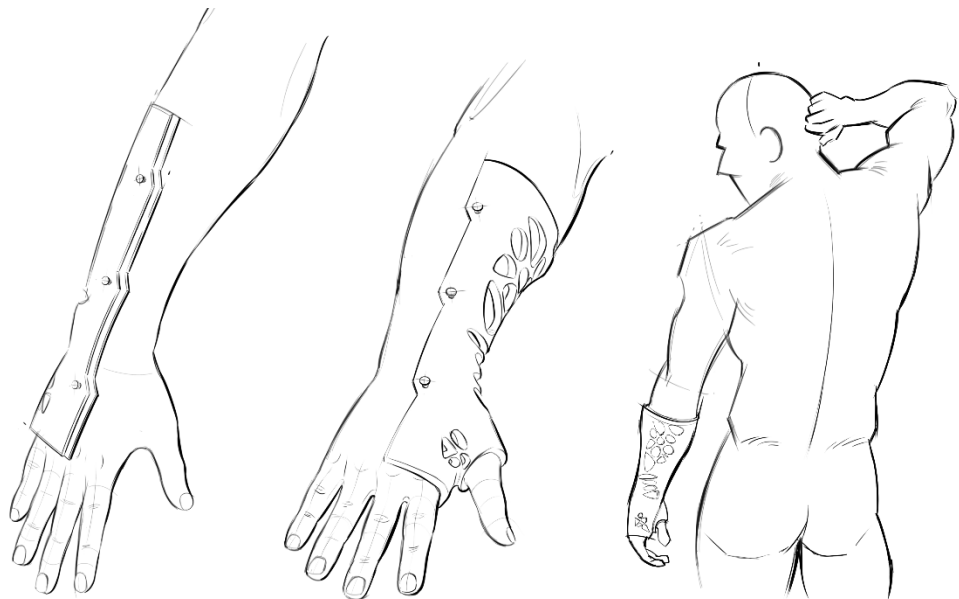
**Kesimpulan:** Konsep desain 3D cast fixation didapat dari permasalahan – permasalahan yang dikelompokkan berdasarkan bentuk, fitur, dan operasional produk.

## 5.2 Sketsa Alternatif Desain

### 5.2.1 Alternatif 1



Gambar 20 Sketsa Alternatif 1 Pemakaian

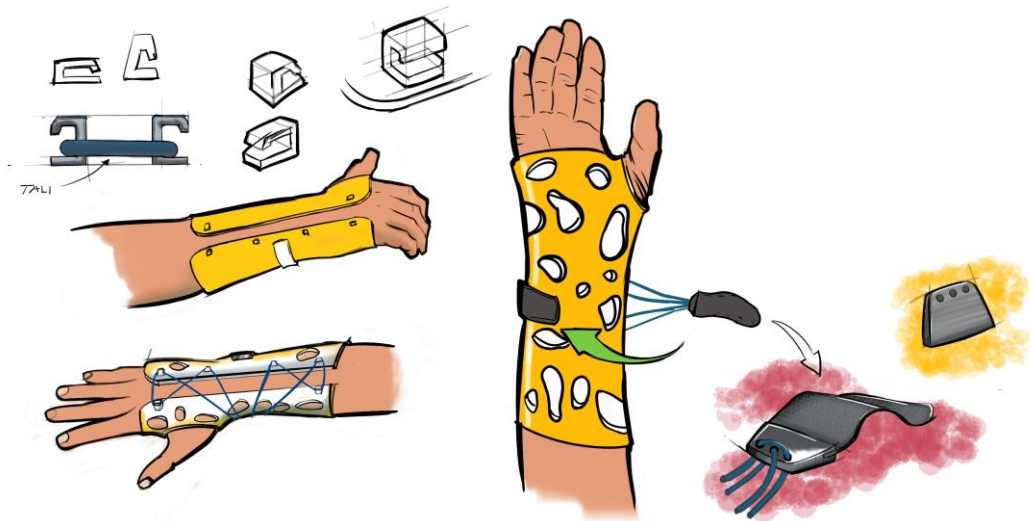


Gambar 21 Sketsa Alternatif 1 Pemakaian



Gambar 22 Sketsa Alternatif 1 Urai

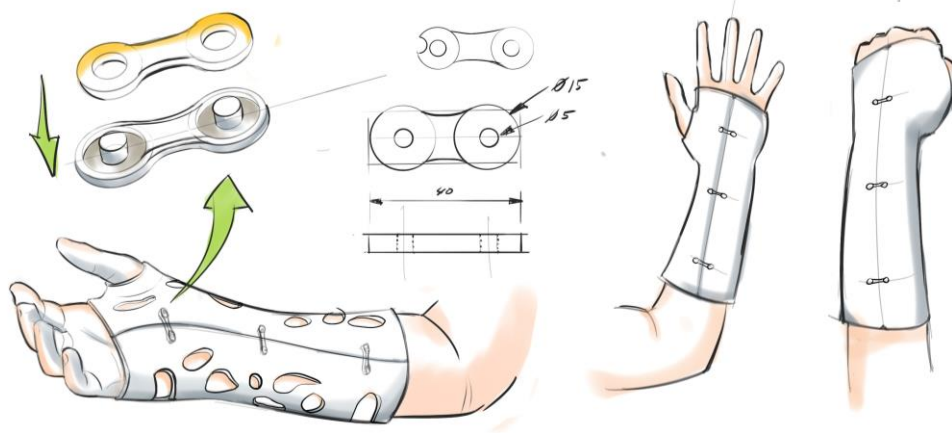
### 5.2.2 Alternatif 2



Gambar 23 Sketsa Alternatif 2

Sambungan menggunakan tali dan velcro, bentuk 3d cast lembaran.

### 5.2.3 Alternatif 3



Gambar 24 Sketsa Alternatif 3

Menggunakan sistem sambungan yang mengacu pada bentuk rantai motor. Sambungan menggunakan material flexi.

### 5.3 Alternatif 3D Model

#### 5.3.1 Alternatif 3D Model 1



Gambar 25 3D Alternatif model 1

#### 5.3.2 Alternatif 3D Model 2



*Gambar 26 3D Alternatif 2*



*Gambar 27 3D Alternatif 3 Detail*



### 5.3.3 Alternatif 3D Model 3



Gambar 28 Alternatif 3D model 3

## 5.4 Desain Final

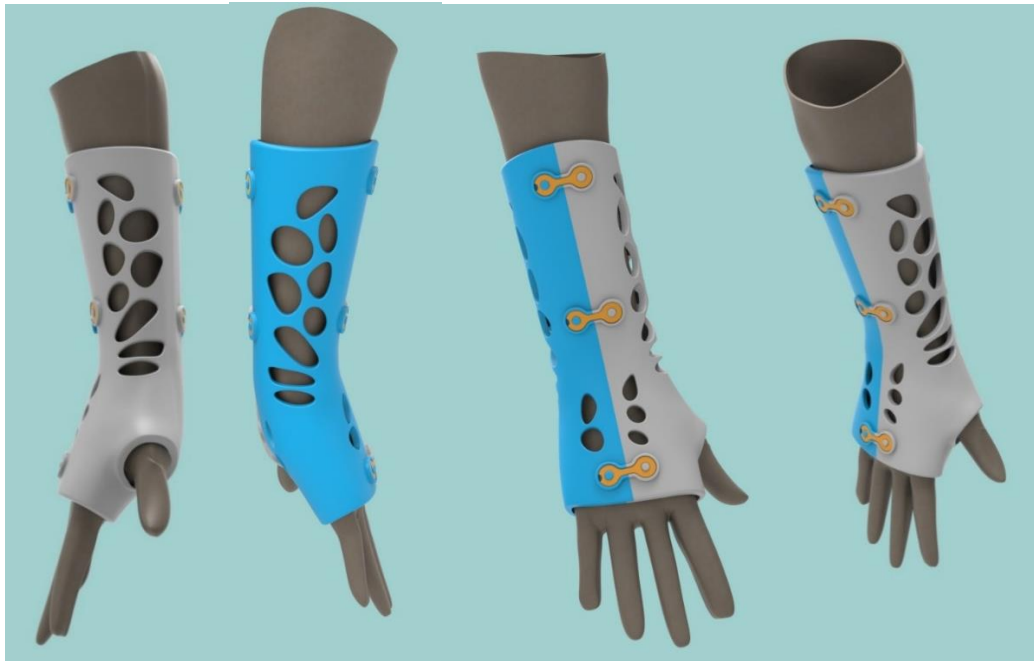
### 5.4.1 Desain final 3d Cas fixation Custom



Gambar 29 Desain Final Urai



*Gambar 30 Detail Desain Final*



*Gambar 31 Penggunaan Desain Final*

#### 5.4.2 Desain Final 3D Cast Fixation Lembaran



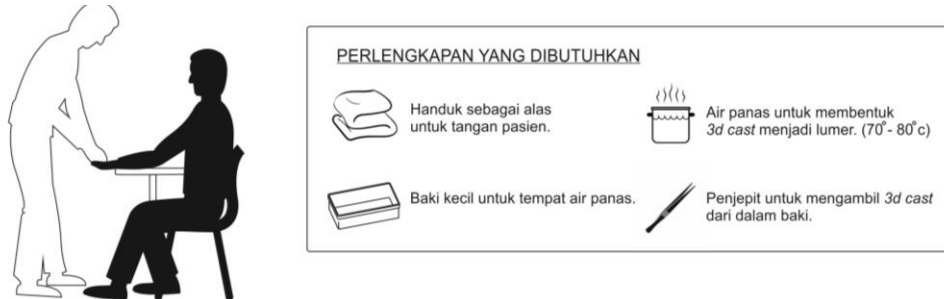
Gambar 32 Cast Lembaran



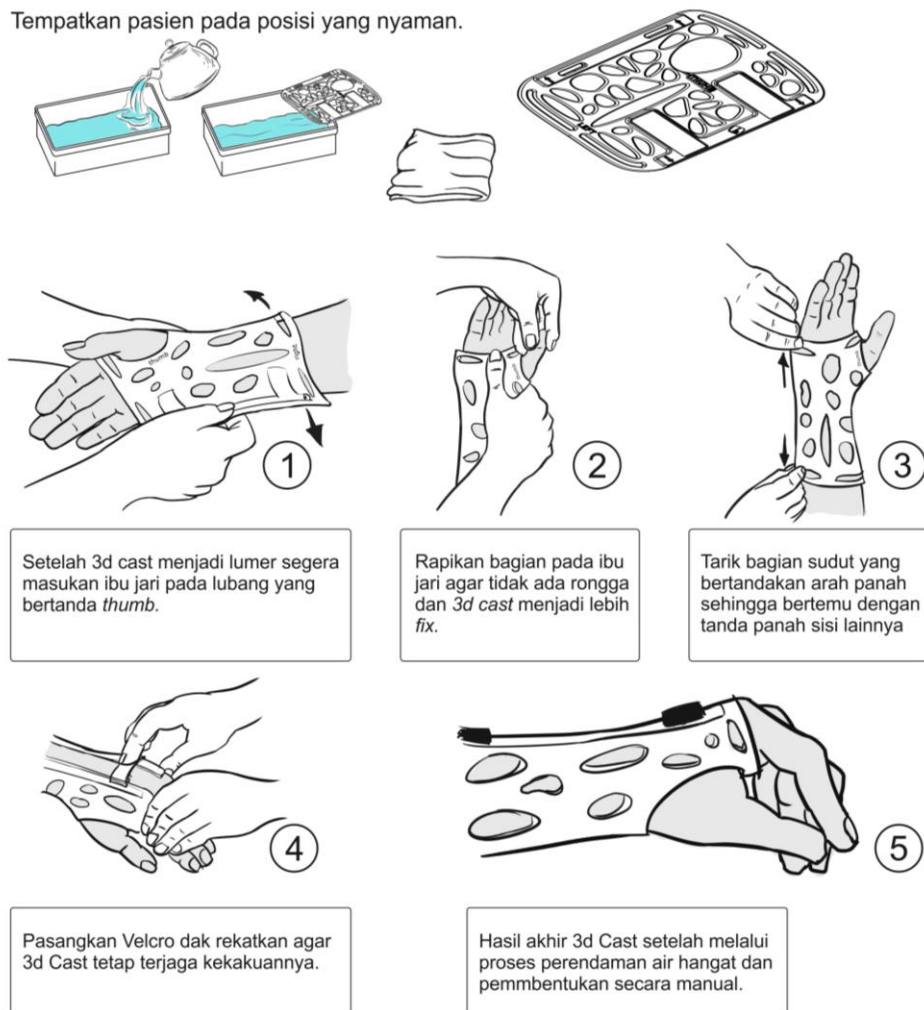
Gambar 33 3D model saat digunakan

## 5.5 Gambar Operasional

Operasional pada 3D cast lembaran.



Tempatkan pasien pada posisi yang nyaman.

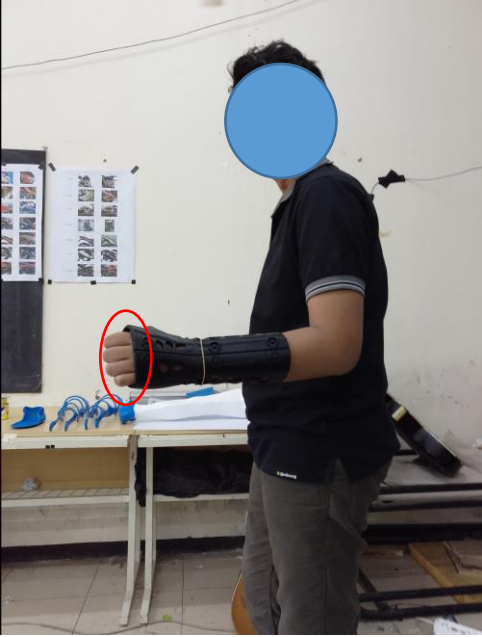



Gambar 34 Operasional

## 5.6 Usability Test

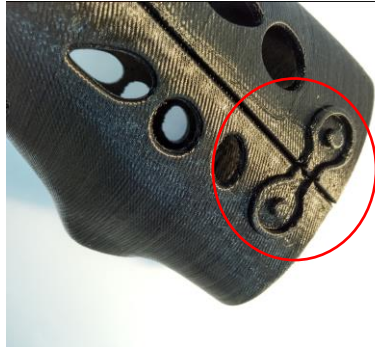
### 5.6.1 Usability Test 3D Cast Fixation Custom

Tabel 12 Usability Test 3D Cast Fixation Custom

No.	Gambar	Keterangan
1.		<p>Evaluasi :</p> <p>Tidak adanya bantalan lembut pada interior 3D Cast mengakibatkan terjadinya longgar bagian telapak tangan pada gambar disamping yang ditandai dengan lingkaran merah.</p> <p>Solusi:</p> <p>Dibutuhkan material lembut pada interior 3D Cast untuk mengisi ruang yang mengakibatkan longgar atau goyangan pada interior produk.</p>
2.		<p>Evaluasi:</p> <p>Lubang pada bagian ibu jari kurang panjang sehingga mengakibatkan ibu jari masih dapat bergerak.</p> <p>Solusi:</p> <p>Menambah bentukan lubang pada ibu jari agar lebih memanjang</p>

sehingga ibu jari tidak dapat bergerak bebas.

3.



Evaluasi:

Lubang kunci pada 3D Cast kurang tinggi dan rapat, sehingga kunci mudah lepas.

Solusi:

Lubang kunci dibuat lebih dalam agar part kunci tidak mudah lepas.



### 5.6.2 Usability Test 3D Cast Fixation Lembaran

Tabel 13 Usability Test 3D Cast Fixation Lembaran

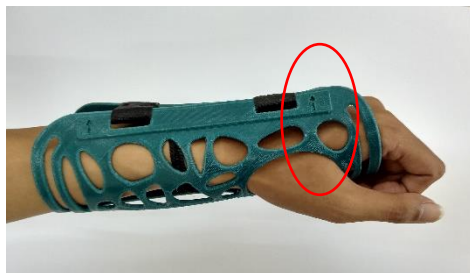
No.	Gambar	Keterangan
1.		<p>Evaluasi:</p> <p>Bagian pada ujung 3D cast fixation lembaran terlihat longgar,</p> <p>Solusi:</p> <p>Lubang kunci dibikin menjadi 3 titik, diletakkan pada ujung produk dalam lingkaran</p>

merah agar tidak longgar.  
Dibutuhkan material lembut  
pada interior produk.

Evaluasi:

Pada tampak samping 3D Cast  
bagian ujung pada tanda  
lingkaran merah disamping  
menunjukkan kurang panjang  
sehingga tidak menutupi bagian  
jari.

2.



Solusi:

Bagian pada lingkaran merah  
pada gambar disamping dibuat  
lebih memanjang agar menutupi  
engsel jari.

3.



Evaluasi:

Bagian sambungan velcro  
kurang kuat.

Solusi:

Letak sambungan velcro dibuat lebih memanjang.



(Halaman sengaja dikosongkan)

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berikut adalah kesimpulan dari perancangan *3D Cast Fixation* untuk menjawab permasalahan yang telah dijabarkan pada BAB 1. Kesimpulan didapatkan setelah dihasilkan *prototype* 3D Cast fixation serta dilaksanakan *usability test*.

1. Desain 3D Cast Fixation tahan terhadap air, karena menggunakan material plastic.
2. 3D Cast Fixation memiliki pengontrolan yang lebih mudah dioperasikan saat proses pemasangan dan juga pelepasan untuk menjaga tangan pasien agar tetap nyaman tanpa ada nya rasa sakit saat proses pemasangan.
3. Pattern Voronoi pada desain 3D Cast Fixation sangat berguna untuk sirkulasi udara, menjaga kulit tangan pasien agar tidak lembab dan mencegah munculnya jamur.
4. Desain yang unuk memberikan nuansa baru bagi pasien patah tulang agar lebih percaya diri saat berjalan dikeramai,

#### **6.2 Saran**

Berikut beberapa masukan untuk pengembangan desain selanjutnya:

1. Bentuk dan pattern dari 3D Cast Fixation masih dapat diekslore lebih baik lagi.
2. Sistem sambungan masih dapat di ekslore menggunakan material lain.
3. Memberikan bantalan pada interior 3D Cast Fixation menggunakan material yang lembut.
4. Diharapkan desain 3D Cast Fixation dapat dikemas untuk mempermudah proses pengiriman.

(Halaman sengaja dikosongkan)

## DAFTAR PUSTAKA

Kesehatan, J. E. (2016). *Front-Metter Jurnal Ekologi Kesehatan* Vol. 15 No. 1 Juni 2016. Jurnal Ekologi Kesehatan, 15(1).

World Health Organization. (2004). International statistical classification of diseases and related health problems (Vol. 1). World Health Organization.

Mahindru, D. V., Priyanka Mahendru, S. R. M. G. P. C., & Ganj, T. (2013). Review of rapid prototyping-technology for the future. *Global Journal of Computer Science and Technology*.

Monzón, M. D., Ortega, Z., Martínez, A., & Ortega, F. (2015). Standardization in additive manufacturing: activities carried out by international organizations and projects. *The international journal of advanced manufacturing technology*, 76(5-8), 1111-1121.

Skowrya, J., Pietrzak, K., & Alhnan, M. A. (2015). Fabrication of extended-release patient-tailored prednisolone tablets via fused deposition modelling (FDM) 3D printing. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 68, 11-17.

Michalski, M. H., & Ross, J. S. (2014). The shape of things to come: 3D printing in medicine. *Jama*, 312(21), 2213-2214.

(Halaman sengaja dikosongkan)

## LAMPIRAN



*Lampiran 1 Rontgen Olecranon Fracture*

( Sumber: <https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/elbow-olecranon-fractures/>)



Radial Head Fracture

*Lampiran 2 Radial Head Fracture*

(Sumber: <https://www.neortho.com/radial-head-fractures-elbow-orthopedic-surgeons-springfield-east-longmeadow-chicopee-ma.html>)



*Lampiran 3 Radial Shaft Fracture*

(Sumber: <https://www.orthobullets.com/trauma/1025/radius-and-ulnar-shaft-fractures>)



*Lampiran 4 Booth Bones Forearm Fracture*

(Sumber: <https://www.orthobullets.com/pediatrics/4126/both-bone-forearm-fracture--pediatric>)



*Lampiran 5 Fiksasi Perban*

(Sumber: <https://doktersehat.com/penegakan-diagnosis-jahitan-perawatan-di-rumah-luka/>)



*Lampiran 6 Fiksasi Gips*

(Sumber: <https://imgcop.com/img/Sebutkan-Peralatan-P3k-Untuk-Patah-Tulang-8682622/>)



*Lampiran 7 Fiksasi fiberglass*

(Sumber: <https://www.indiamart.com/proddetail/fibreglass-casting-tape-17482539230.html>)



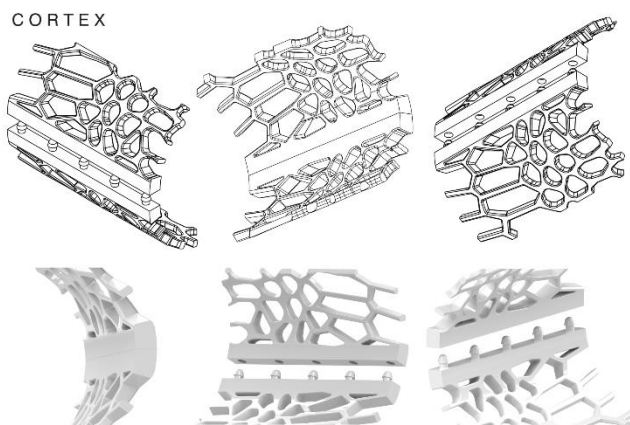
Lampiran 8 Nova Cast  
(Sumber: <https://newatlas.com/mediprint-novacast-3d-printed-cast/42841/>)



Lampiran 9 Cortex Cast Fixation  
(Sumber: <https://www.dezeen.com/2013/06/28/cortex-3d-printed-cast-for-bone-fractures-jake-evill/>)

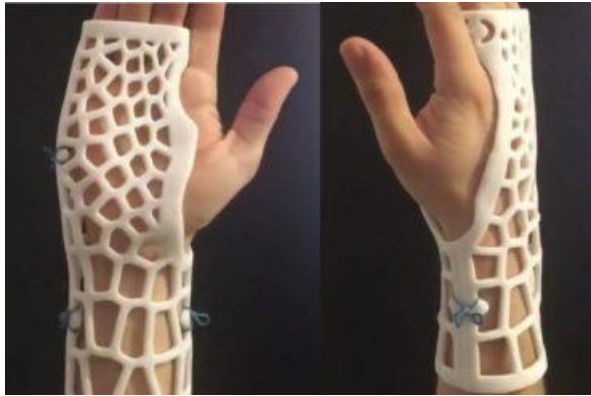


Lampiran 10 Xkelet Cast Fixation  
(Sumber: <https://www.xkelet.com/>)



Lampiran 11 Cortex Joining Cast  
(Sumber: <https://www.evilldesign.com/cortex>)





*Lampiran 12 József Kollár*

*(Sumber: <http://www.machiningnews.com/2017/06/real-world-test-of-3d-printed-cast-for-hand-fracture/>)*



*Lampiran 13 Xkelet Joining*

*(Sumber: <https://www.xkelet.com/>)*

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Pranaz Hepario Suwanto. Penulis lahir dari orang tua Hari Suwanto dan Ivy Juana sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis dilahirkan di Kota Surabaya, Jawa Timur pada tanggal 15 April 1993 . Penulis menempuh pendidikan formal dimulai dari TK hingga SMA ditamatkan di Surabaya. Semasa kecil penulis lebih menyukai menggambar hal itu membuat penuli bertekad untuk memasuki Departemen Desain Produk di Institut Teknologi Sepuluh Nopember setelah tamat SMA di tahun 2011. Selama menempuh pelajaran mata kuliah di Desain Produk ITS, penulis sadar bahwa tidak hanya menggambar sajalah yang dibutuhkan oleh seorang desainer, namun peluang, kreatifitas, pengalaman riset dan aspek teknis lainnya tidak kalah penting untuk dipelajari. Beberapa proyek desain yang pernah dikerjakan adalah Desain *Styling*. Sepatu, sandal dan Tas kecil berkonsep Retro, Desain *Appliance*: Dispenser pasta gigi untuk anak berusia dibawah 6 tahun, Desain *Furniture*: Desain kursi betawi dengan konsep rumah minimalis modern, Desain Transportasi: Desain eksterior mobil toyota fortuner pada bagian facelift dengan konsep maskulin dan *sporty*. Pada proyek tugas akhir, penulis merancang Desain eksternal fiksasi patah tulang lengan dengan metode rapid prototyping yang pada awalnya diluar dugaan, hal ini dikarenakan perangkat tersebut tergolong baru untuk dikembangkan. Dari perancangan ini penulis berharap kedepannya rancangan penulis dapat dikembangkan lebih lanjut dan berguna dimasyarakat khususnya penderita patah tulang.

Email: pranazhs@gmail.com