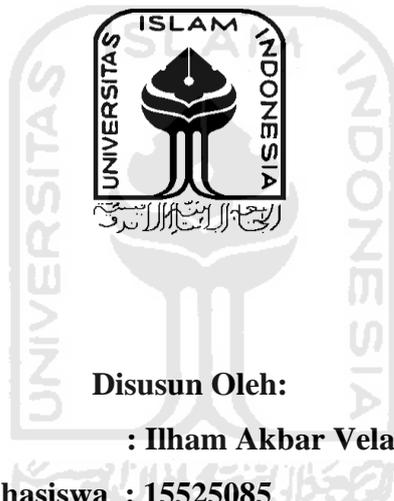


RANCANG BANGUN ALAT PERAGA KHITAN

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh:

Nama : Ilham Akbar Velayati

No. Mahasiswa : 15525085

NIRM : 2015011761

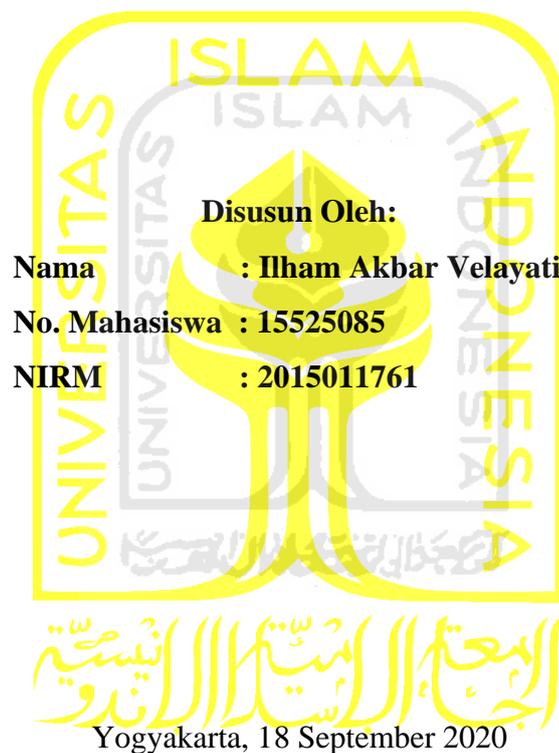
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2020

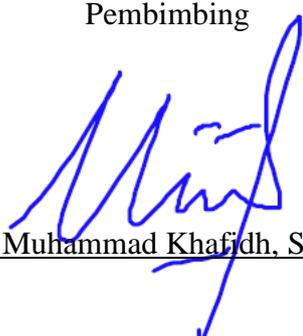
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

RANCANG BANGUN ALAT PERAGA KHITAN

TUGAS AKHIR



Pembimbing


Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

RANCANG BANGUN ALAT PERAGA KHITAN

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Ilham Akbar Velayati

No. Mahasiswa : 15525085

NIRM : 2015011761

Tim Penguji

Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T.

Ketua

Tanggal : 02 Desember 2020

Dr. Ir. Paryana Pusaputra, M.Eng.

Anggota I

Tanggal : 01 Desember 2020

Rahmat Riza, S.T., M.Sc.ME.

Anggota II

Tanggal : 30 November 2020

Mengetahui

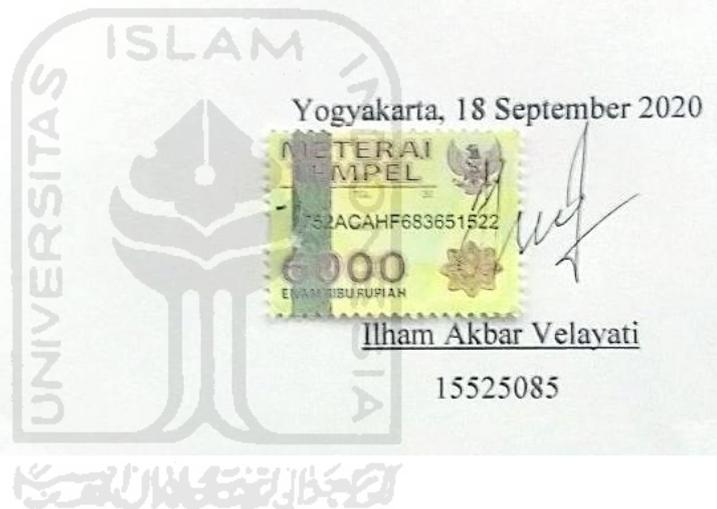
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah yang maha segalanya, dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pengakuan saya tidak benar serta melanggar peraturan yang sah dalam hak kekayaan intelektual, maka saya bersedia mengikuti hukuman maupun sanksi apapun sesuai hukum yang diberlakukan Universitas Islam Indonesia.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan kepada orang tua tersayang yang tanpa henti memanjatkan do'a dan memberikan segala bentuk dukungan.

*Dosen Pembimbing Dr. Muhammad Khafidh, ST., M.T.
yang selalu ada untuk memberikan arahan dan masukan.*



HALAMAN MOTTO

Some failure in life is inevitable. It is impossible to live without failing at something, unless you live so cautiously that you might as well not have lived at all - in which case, you fail by default.

(J.K. Rowling)

Man intends one thing, but Allah intends another.

(Khalid ibn al-Walid)



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji bagi Allah, yang mana segala pujian dan permohonan kita haturkan kepada-Nya. Dan dari-Nya juga lah setiap nikmat, rahmat, petunjuk yang kita terima setiap waktu berasal. Hanya dengan izin-Nya lah penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.

Laporan tugas akhir ini ditulis berdasarkan data dan fakta yang diperoleh dalam proses pengerjaan Alat Peraga Khitan. Untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Dalam proses disusunnya laporan tugas akhir ini, banyak bantuan telah diterima oleh penulis dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Orang Tua, yang tanpa henti selalu memanjatkan do'a, motivasi, serta bantuan secara moril dan materi.
2. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. Selaku ketua Prodi Teknik Mesin yang memberikan ijin dan menyetujui penulis melaksanakan tugas akhir dengan topik "Rancang Bangun Alat Peraga Khitan".
3. Bapak Dr. Muhammad Khafidh, S.T., MT. Selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan saran, pengawasan, serta pandangan dari perspektif lain sehingga penulis mampu melihat masalah dari berbagai sudut pandang.
4. Rekan satu topik Abdullah Firdaus yang selalu menghabiskan waktu dan tenaga bersama untuk menyelesaikan tugas akhir dengan topik "Rancang Bangun Alat Peraga Khitan".
5. Segenap rekan bimbingan yang menemani kebersamaan saat bimbingan regular maupun bimbingan daring.
6. Seluruh saudara mahasiswa Teknik Mesin FTI UII, dan khususnya Teknik Mesin Angkatan 2015 yang sering berbagi pengalaman dan informasi.

Didalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis telah berusaha sebaik mungkin. Namun laporan ini tidak tertutup kemungkinan masih terdapat kesalahan dan belum sempurna. Oleh karena itu segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan untuk menyempurnakan laporan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 18 September 2020



Ilham Akbar Velayati

ABSTRAK

Sirkumsisi atau biasa dikenal masyarakat dengan istilah khitan atau sunat adalah operasi membuang kulit yang menutupi kepala penis manusia (*glans*). Pada umumnya kulit yang menutupi tersebut dipotong terlebih dahulu kemudian dijahit sesuai teknik masing-masing praktisi.

Walaupun demikian, jarang untuk ditemui adanya alat peraga khitan yang mewakili ukuran dan sifat mekanik sesuai dengan usia kanak-kanak dan neonatal terutama yang warga Indonesia. Selain itu, beberapa alat peraga khitan yang sudah ada. Cara mengoperasikannya membutuhkan bantuan orang lain untuk memegang simulasi kulit maupun menahan alat peraga agar tidak ikut tertarik saat melakukan penjahitan. Oleh karena itu, dibutuhkan alat peraga khitan yang menyempurnakan kelemahan-kelemahan tersebut.

Dalam penelitian ini, alat peraga khitan yang *re-usable* dan sesuai dengan anatomi orang Indonesia akan dibuat. Metode morfologi dipakai untuk menggali potensi varian dari pada konsep produk. Konsep terpilih kemudian didetailkan dengan diberi bentuk 3D dan dipabrikasi. Hasil dari perancangan alat peraga khitan adalah terciptanya alat peraga khitan jenis baru yang memiliki detail kulit dari anak Indonesia umur 7 tahun dan dapat digunakan sepenuhnya oleh satu orang.

Kata kunci: sirkumsisi, *CAD modeling*, *3D printing*.

ABSTRACT

Circumcision is the operation of removing the skin covering the head of the human penis (glans). In general, the skin that covers the penis head is cut and then sewn according to each practitioner's technique.

However, it is rare to find circumcision props that represent the size and mechanical properties according to age of child and neonatal baby, especially that specific to Indonesian populations. In addition, it is also common to find circumcision props, that still require the help of colleagues to hold the skin or hold the props so that the skin not being pulled while being sutured. Therefore, a circumcision props that can cover these weaknesses is needed.

In this study, re-usable circumcision props and as per Indonesian anatomy will be made. Morphological methods are used to explore potential variants concept of the product. The selected concept then detailed by being given a 3D shape and manufactured. The result of designing the circumcision props is the invention of a new type of circumcision props that have skin details from Indonesian children aged 7 years and can be fully used by one person.

Keywords: circumcision, CAD modeling, 3D printing.

DAFTAR ISI

RANCANG BANGUN ALAT PERAGA KHITAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.1.1 Penelitian alat peraga dari Uganda	5
2.1.2 Penelitian alat peraga dari Inggris	6
2.1.3 Penelitian dari Indonesia	7
2.2 Landasan Teori	8

2.2.1 Perancangan produk	8
2.2.2 Metode khitan	9
2.2.3 Metode QFD (<i>Quality Function Deployment</i>).....	10
2.2.4 Metode morfologi	12
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Alur Penelitian	13
3.2 Penyusunan Spesifikasi Teknis Produk.....	14
3.2.1 Siapakah target produk? (<i>who</i>)	14
3.2.2 Apa fungsi yang diinginkan pelanggan dari produk? (<i>what</i>)	14
3.2.3 Menentukan persyaratan yang secara relatif lebih penting? (<i>who vs what</i>)	14
3.2.4 Mengidentifikasi dan mengevaluasi pesaing bagaimana kepuasan pelanggan sekarang: (<i>now</i>)	15
3.2.5 Menetapkan sasaran teknis berapakah harga/nilai sasaran yang dianggap baik (<i>how much is good enough</i>)?.....	16
3.2.6 Spesifikasi hasil QFD	16
3.3 Perancangan Konsep Produk	17
3.3.1 Matriks morfologi.....	17
3.3.2 Pengembangan konsep produk	17
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Desain 3D	23
4.1.1 Desain batang penis dan kulit sintetis.....	23
4.1.2 Desain cetakan	25
4.2 Proses Produksi.....	26
4.2.1 Produksi kulit sintetis	26
4.2.2 <i>Assembly</i> mekanisme 3-Way	27
4.2.3 Pembuatan <i>base</i>	27
4.2.4 Pemasangan kulit sintetis.....	29
4.3 Hasil <i>Feedback</i> Pengguna	30
4.3.1 Hasil tanggapan kuisioner	32

4.3.2 Saran responden.....	32
4.4 Analisis dan Pembahasan	32
BAB 5 PENUTUP	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	36



DAFTAR TABEL

Tabel 3-1. Matriks Morfologi Untuk Alat Peraga Khitan.....	17
Tabel 3-2. Matriks Pengambilan Keputusan.....	21
Tabel 4-1. Hasil Kuisisioner Review Praktisi.....	32



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Alat peraga penelitian dari Uganda	6
Gambar 2-2. Alat peraga penelitian dari Inggris	7
Gambar 2-3 Model Silikon Docado.	8
Gambar 2-4. Teknik Dorsumsisi	9
Gambar 2-5. Teknik <i>Guillotine</i>	10
Gambar 2-6. Diagram QFD	11
Gambar 3-1. Diagram alir.	13
Gambar 3-2. Sketsa konsep 1.....	18
Gambar 3-3. Sketsa konsep 2.....	19
Gambar 3-4. Sketsa konsep 3.....	19
Gambar 3-5. Sketsa konsep 4.....	20
Gambar 3-6. Sketsa konsep 5.....	21
Gambar 4-1. Desain 3D Solidworks.	23
Gambar 4-2. Potongan Melintang Batang Penis dan Kulit sintetis.....	24
Gambar 4-3. Replikasi khitan: (a)berbaring; (b)duduk.....	24
Gambar 4-4. Hasil render keyshot.	25
Gambar 4-5. Desain Cetakan: (a)batang penis; (b)kulit luar; (c)mukosa.	25
Gambar 4-6. Hasil 3D Print Cetakan Kulit dan Batang Penis.	26
Gambar 4-7. Hasil Kulit Sintetis.....	27
Gambar 4-8. Mekanisme <i>3-way</i> pada tripod.	27
Gambar 4-9. Pewarna, Katalis dan Resin.....	28
Gambar 4-10. Hasil Cetak Resin menjadi Base Alat Peraga.	28
Gambar 4-11. <i>Suction Cup</i> pada Alas Alat Peraga.	29
Gambar 4-12. Instalasi kulit sintetis.	29
Gambar 4-13. Hasil Akhir Produk.	30
Gambar 4-14. Hasil Teknik <i>Guillotine</i>	30
Gambar 4-15. Hasil Teknik Dorsumsisi.....	31

DAFTAR NOTASI

- K = Konsep alat peraga khitan
Wt = Bobot nilai maksimum



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Sirkumsisi atau biasa dikenal masyarakat dengan istilah khitan atau sunat adalah operasi membuang kulit yang menutupi kepala penis manusia (*glans*). Umumnya kulit yang menutupi tersebut dipotong terlebih dahulu kemudian dijahit sesuai teknik masing-masing praktisi. Khitan juga merupakan salah satu kewajiban pemeluk agama Islam untuk kaum laki-laki, dilakukan sedini mungkin sebelum baligh. Khitan lebih utama dilakukan pada masa kanak-kanak atau hari ke-7 setelah lahir.

Bagi laki-laki, khitan biasanya hanya dilakukan dalam sekali seumur hidup. Oleh karena itu, praktisi khitan akan berlatih terlebih dahulu dengan alat peraga khitan sebelum memulai melakukan khitan pada manusia. Walaupun demikian, jarang ditemui adanya alat peraga khitan yang ukuran dan sifat mekaniknya sesuai dengan usia kanak-kanak dan neonatal (bayi baru lahir).

Selain itu, terdapat alat peraga khitan yang cara mengoperasikannya membutuhkan bantuan rekan untuk memegang simulasi kulit maupun menahan alat peraga agar tidak ikut tertarik saat melakukan penjahitan. Hal ini menyebabkan proses simulasi menjadi kurang efektif. Untuk menambah efisiensi alat peraga khitan, maka dibutuhkan desain kulit peraga yang mampu digantikan setelah dipakai, tanpa mengganti komponen lain. Sehingga meminimalisir pembuangan komponen setelah dilakukan simulasi khitan.

Dengan adanya kelemahan dari produk yang sudah ada, muncul berbagai ide untuk menutupi kelemahan sebelumnya dan diharapkan mampu menjadikan alat peraga khitan lebih sesuai dengan kondisi mendekati asli prosesi khitan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis mengangkat topik tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Alat Peraga Khitan”. Perancangan kulit luar glans dan mukosa sesuai data uji *Dynamic Mechanical Analyzer* (DMA), dan penambahan fitur agar pengguna produk tidak lagi memerlukan bantuan rekan

menopang alat. Hal ini sebagai dasar pembuatan alat peraga khitan yang lebih sesuai keadaan di lapangan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah penulis jelaskan pada latar belakang, rumusan masalah nya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah desain alat peraga khitan yang *re-usable*?
2. Bagaimanakah desain bagian kulit agar terdiri dari dua lapisan, seperti kondisi asli?
3. Bagaimana desain alat peraga khitan agar dapat bergerak fleksibel tidak selalu tegak lurus alas?
4. Bagaimana desain alat peraga khitan agar memiliki ukuran yang sesuai anak Indonesia?

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup bahasan dari topik tidak melebar, dan lebih secara rinci menjelaskan mengenai intisari masalah, maka diberi batasan permasalahan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan dengan prosedur khitan konvensional yang masih menggunakan teknik jahitan.
2. Desain menggunakan *software Solidworks 2019* dan *keyshot 8*.
3. Desain penis mengikuti dimensi ukuran dari anak Indonesia berumur 7 tahun.
4. Desain penyangga mengikuti katalog yang tersedia di pasaran.
5. Tidak membahas sifat mekanis kulit dan karet.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, tujuan daripada alat peraga khitan ini diantaranya:

1. Merancang dan mengaplikasikan jenis *base* alat peraga yang dapat menahan gaya tarik dan gaya geser yang diterima saat penggunaan tahap penjahitan sebesar $\pm 10\text{N}$.

2. Merancang kulit luar dan mukosa semirip mungkin dengan kondisi asli, kemudian merancang jenis *mold* yang cocok agar mampu diproduksi.
3. Mengaplikasikan mekanisme mengubah posisi penis yang mereplikasi proses khitan berbaring dan duduk menggunakan komponen yang ada di pasaran.
4. Menguji *prototype* alat peraga khitan kepada praktisi.

1.5 Manfaat Perancangan

Adapun manfaat yang didapatkan dengan adanya alat peraga khitan ini, antara lain:

1. Para praktisi khitan dapat berlatih menggunakan peraga yang memiliki dimensi alat vital yang lebih sesuai dengan kondisi realita.
2. Praktisi khitan mampu mengetahui perbedaan antara kulit luar sintesis dan kulit mukosa sintesis pada alat peraga.
3. Meningkatnya efektifitas praktikum dengan tidak diperlukannya lagi asisten untuk memegang alat peraga pada saat pengguna dalam tahapan menjahit alat peraga.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan tugas akhir ini diuraikan per bab sesuai urutan untuk memudahkan dalam pembahasan. Tiap pokok permasalahan dalam penulisan ini dibagi menjadi lima bab yaitu:

1. Bab I menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat perancangan serta sistematika penulisan laporan.
2. Bab II menguraikan penjelasan mengenai teori-teori yang digunakan sebagai dasar dalam pemecahan masalah melingkupi kajian pustaka dan landasan teori.
3. Bab III menjelaskan tentang langkah-langkah dan metode yang digunakan meliputi alur perancangan yang dilengkapi dengan diagram alir, alat dan bahan yang digunakan, petunjuk kerja.

4. Bab IV data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan meliputi penjelasan mengenai hasil yang telah dicapai dalam perancangan ini dan pembahasannya.
5. Bab V merupakan bab penutup yang terdapat saran serta menyimpulkan isi daripada pelaksanaan perancangan dan.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Sudah ada beberapa penelitian lain yang telah membahas perancangan mengenai alat peraga khitan, diantaranya ada 3 yang dijadikan penulis sebagai salah satu acuan agar tidak terjadi pengulangan.

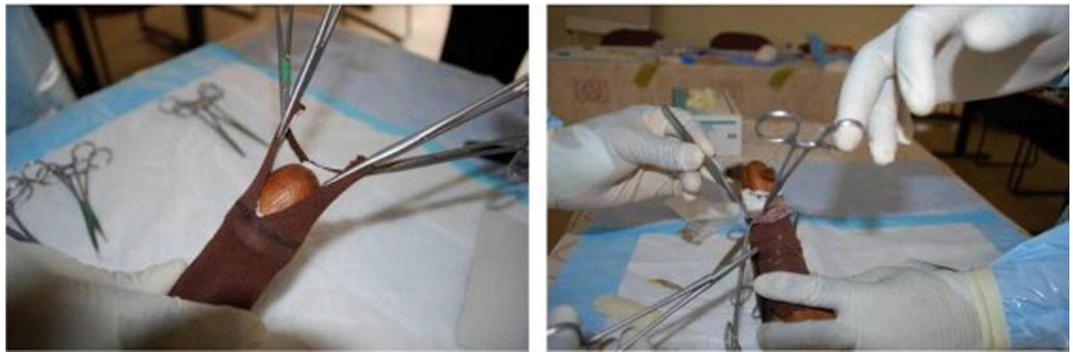
2.1.1 Penelitian alat peraga dari Uganda

Alat peraga khitan berbiaya rendah telah dibuat di Uganda. Alat peraga ini dibuat untuk simulasi khitan teruntuk pria dewasa, tapi dapat dimungkinkan juga untuk latihan khitan neonatal. Biaya awal untuk model penis berbahan kayu ini termasuk tenaga adalah 10 dolar, dan dapat digunakan kembali dengan biaya 5 dolar per sesi. Material yang digunakan adalah balok kayu yang telah dipahat sebagai batang penis, dan material semi elastis dan dapat ditarik sebagai kulit penis. Model ini sudah berhasil digunakan sebagai alat edukasi dan pelatihan (Bruno & Glass, 2016).

Dengan keterbatasan pengalaman praktik dari para *trainee* medis, penggunaan alat peraga untuk pengembangan keterampilan sangat penting. Ada berbagai macam alat peraga yang tersedia untuk simulasi medis, tetapi banyak yang mahal. Terutama di negara-negara berkembang dan daerah di mana sumber daya langka. Dengan kolaborasi, kreativitas, dan *brainstorming*, alat peraga yang dapat menciptakan pengalaman simulasi yang realistis serta hemat biaya dan efektif akan dapat dicapai (Bruno & Glass, 2016).

Berdasarkan penelitian diatas, dapat dikaji bahwa fokus pada perancangan alat peraga khitan dengan biaya produksi rendah. Serta menyesuaikan dengan material yang ada dan diproduksi secara lokal. Sehingga memangkas beberapa fitur dan memilih menggunakan tenaga bantu untuk memegangi alat peraga. Gambar

alat peraga khitan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2-1 Alat peraga Penelitian Uganda (Bruno & Glass, 2016).



Gambar 2-1. Alat peraga penelitian dari Uganda.

2.1.2 Penelitian alat peraga dari Inggris

Penelitian tentang alat peraga khitan juga dilakukan di Inggris. Pada penelitian ini *feedback* dari pengguna menunjukkan bahwa alat peraga khitan dirasa terlalu sederhana untuk peserta pelatihan dan tidak meningkatkan pengalaman praktik setelah melakukan simulasi. Ini dikarenakan sebagian besar materi inti pelatihan sudah pernah didapatkan dan pengalaman dalam khitan sudah pernah diperoleh selama tahun-tahun awal pelatihan peserta pelatihan (Biyani et al., 2017).

Untuk perbaikan simulasi mendatang, penyelenggara simulasi khitan berencana untuk menggunakan alat peraga yang lebih fleksibel. Untuk memecahkan masalah-masalah yang terjadi pada khitan, seperti kateterisasi dan kedaruratan penis (Biyani et al., 2017).

Pada alat peraga khitan ini peserta pelatihan simulasi (pengguna) masih belum dapat mengkorelasikan antara anatomi penis asli dengan yang di alat peraga. Alat peraga penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2-2 (Biyani et al., 2017).



Gambar 2-2. Alat peraga penelitian dari Inggris.

2.1.3 Penelitian dari Indonesia

Dari Indonesia sendiri sudah ada yang melakukan produksi peraga khitan yaitu Docado. Docado sendiri adalah singkatan *dodolan calon dokter*. Usaha ini dibentuk oleh beberapa calon dokter di Indonesia dan memproduksi beberapa produk salah satunya adalah dosunat. Pada penjualan dosunat berisi kulit sintetis saja tanpa ada pasangan penis sintetis maupun penyangga alat peraga.

Pada produk dosunat sendiri sudah memiliki 2 lapisan kulit untuk mensimulasikan kulit luar dan mukosa. Dari 5 produk yang dibeli sebagai bahan perbandingan semuanya memiliki bentuk dan ukuran yang tidak seragam, sehingga dapat terlihat dalam proses produksinya tidak menggunakan cetakan baku.



Gambar 2-3 Model Silikon Docado.

2.2 Landasan Teori

Dalam penulisan ini, dasar teori berisikan data dan pengetahuan yang dijadikan unsur acuan dalam pengidentifikasian, penjelasan, dan pembahasan masalah penelitian.

2.2.1 Perancangan produk

Perancangan adalah langkah awal sebuah usaha merealisasikan produk yang eksistensinya dibutuhkan oleh masyarakat dengan harapan dapat meringankan beban kerjanya. Setelah perancangan selesai maka kemudian disusul oleh pembuatan produk. Kedua tahapan tersebut dapat dikerjakan oleh dua kelompok dengan keahliannya masing-masing, yaitu perancangan dilakukan oleh tim desain dan pembuatan produk oleh tim produksi (H. Darmawan Harsokoesoemo, 2004).

Dalam tahap perancangan terdapat berbagai macam perangkat lunak komputer yang dapat digunakan untuk membantu melakukan desain. Dalam penelitian ini perangkat lunak yang digunakan adalah *SolidWorks* 2019 dan *KeyShot* 8.

Solidworks adalah sebuah program *Computer Aided Design* (CAD) 3D yang menggunakan sistem operasi *Microsoft Windows*. Program ini dikembangkan oleh *solidworks Coporation*, yang merupakan anak perusahaan dari *Dassault Systemes*, S.A (Uthami, 2010). Selain digunakan untuk menggambar komponen 3D, *solidworks* juga bisa digunakan untuk mendapatkan gambar 2D dari komponen tersebut dan bisa dikonversi ke format (*.dwg) yang dapat dijalankan pada program

AutoCAD. Selain itu juga *Solidworks* juga dapat mengubah format 3D model ke bentuk (*.stl) yang dapat dipakai dalam mesin *3D Printer*.

KeyShot adalah aplikasi dengan fungsi tunggal yaitu untuk melakukan *rendering* objek 3D dan animasi menggunakan metode *ray tracing* dan *global illumination* sehingga gambar tampak lebih nyata dan diharapkan mampu membuat bayangan hasil ketika desain telah dipabrikasi.

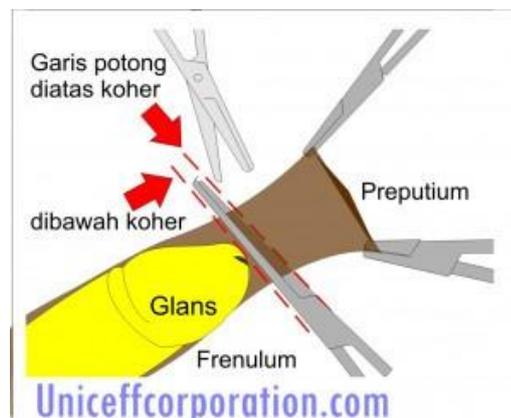
2.2.2 Metode khitan

Metode khitan yang dijadikan sebagai acuan dari pembuatan alat peraga ini adalah khitan konvensional, tidak menggunakan *couter* filamen panas maupun klem penjepit berbentuk lonceng seperti *gomco* dan *plastibell*. Khitan konvensional yang dapat digunakan diproduksi ini terdapat 2 teknik, keduanya adalah sebagai berikut:

1. Dorsumsisi

Teknik ini dilakukan dengan memotong prepusium bisa dengan pisau bedah (*scalpel*) maupun gunting, sejajar dengan sumbu panjang penis ke arah proksimal (*dorsal slit*) kemudian dilakukan potongan melingkar ke kiri dan ke kanan sepanjang korona *glans*.

Pada teknik ini ada juga praktisi yang hanya memotong bagian atas prepusium, menyisakan bagian bawah dengan alasan meningkatkan kenyamanan saat berhubungan suami istri. Teknik dorsumsisi ditunjukkan oleh Gambar 2-4 (Fahmy, 2019) di bawah.



Gambar 2-4. Teknik Dorsumsisi.

2. *Guillotine*/klasik

Teknik pemotongan ini dilakukan dengan menjepit prepusium dengan klem secara melintang pada sumbu panjang penis, kemudian memotongnya. Pemotongan dapat dimulai pada bagian proksimal atau distal dari klem tersebut. Ilustrasi teknik *guillotine* ditunjukkan pada Gambar 2-5 (Fahmy, 2019).

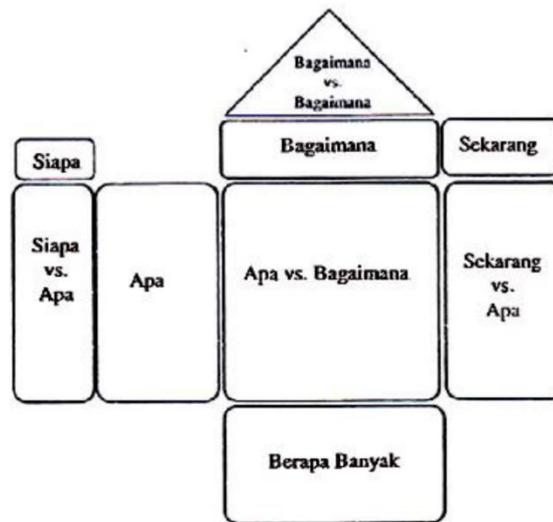


Gambar 2-5. Teknik *Guillotine*.

2.2.3 Metode QFD (*Quality Function Deployment*)

Terdapat beberapa pilihan yang dapat digunakan sebagai cara untuk menentukan spesifikasi produk, tetapi dalam penelitian ini dipilih metode QFD. Selain digunakan untuk menentukan spesifikasi teknis produk, metode QFD dapat digunakan untuk produk dan sub-produk.

Metode QFD ini telah dikembangkan di Jepang pada tahun 1970an dan diadaptasi USA pada tahun 1980an. Sekarang metode QFD ini banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan di USA. Dari survey yang dilakukan, didapati bahwa mayoritas (83%) perusahaan menganggap bahwa metode ini dapat menambah kepuasan pengguna, dan 76% perusahaan menyatakan bahwa hasil metode QFD menyebabkan terbentuknya keputusan yang rasional (H. Darmawan Harsokoesoemo, 2004).



Gambar 2-6. Diagram QFD.

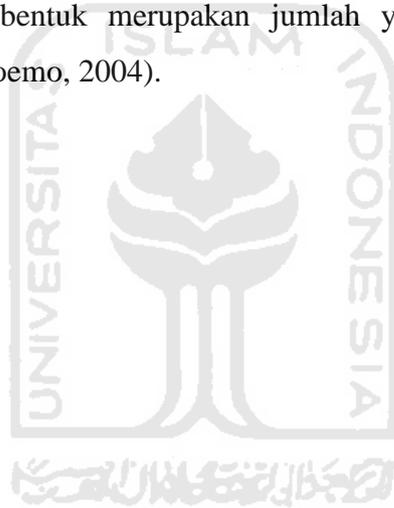
Gambar 2-6 diatas adalah gambar diagram QFD atau lebih sering disebut sebagai rumah kualitas. Pada rumah kualitas terdapat beberapa kamar atau tahapan. Setiap kamar memiliki kandungan informasi yang penting dan sangat menentukan perancangan.

1. Kamar 1 : Siapa (*who*) target produk.
2. Kamar 2 : Apa (*what*) fungsi yang diinginkan pelanggan dari produk.
3. Kamar 3 : Untuk siapa (*who*), apa (*what*) tersebut penting (*who vs what*).
4. Kamar 4 : Bagaimana masalah produk tersebut dicari solusinya sekarang (*now*).
5. Kamar 5 : Bagaimana (*how*) untuk mengukur skala kepuasan pelanggan terhadap produk.
6. Kamar 6 : Apa vs bagaimana, yaitu tentang spesifikasi teknis dan hubungannya dengan kemauan pelanggan.
7. Kamar 7 : Berapa banyak, yaitu informasi sasaran.
8. Kamar 8 : Bagaimana vs bagaimana, yaitu hubungan antara spesifikasi teknis.

2.2.4 Metode morfologi

Metode morfologi menggunakan struktur fungsi untuk menggali potensi alternatif dari pada konsep produk. Menggunakan metode sistematis yang dapat memudahkan dan dapat diikuti. Metode ini terdapat dua tahapan:

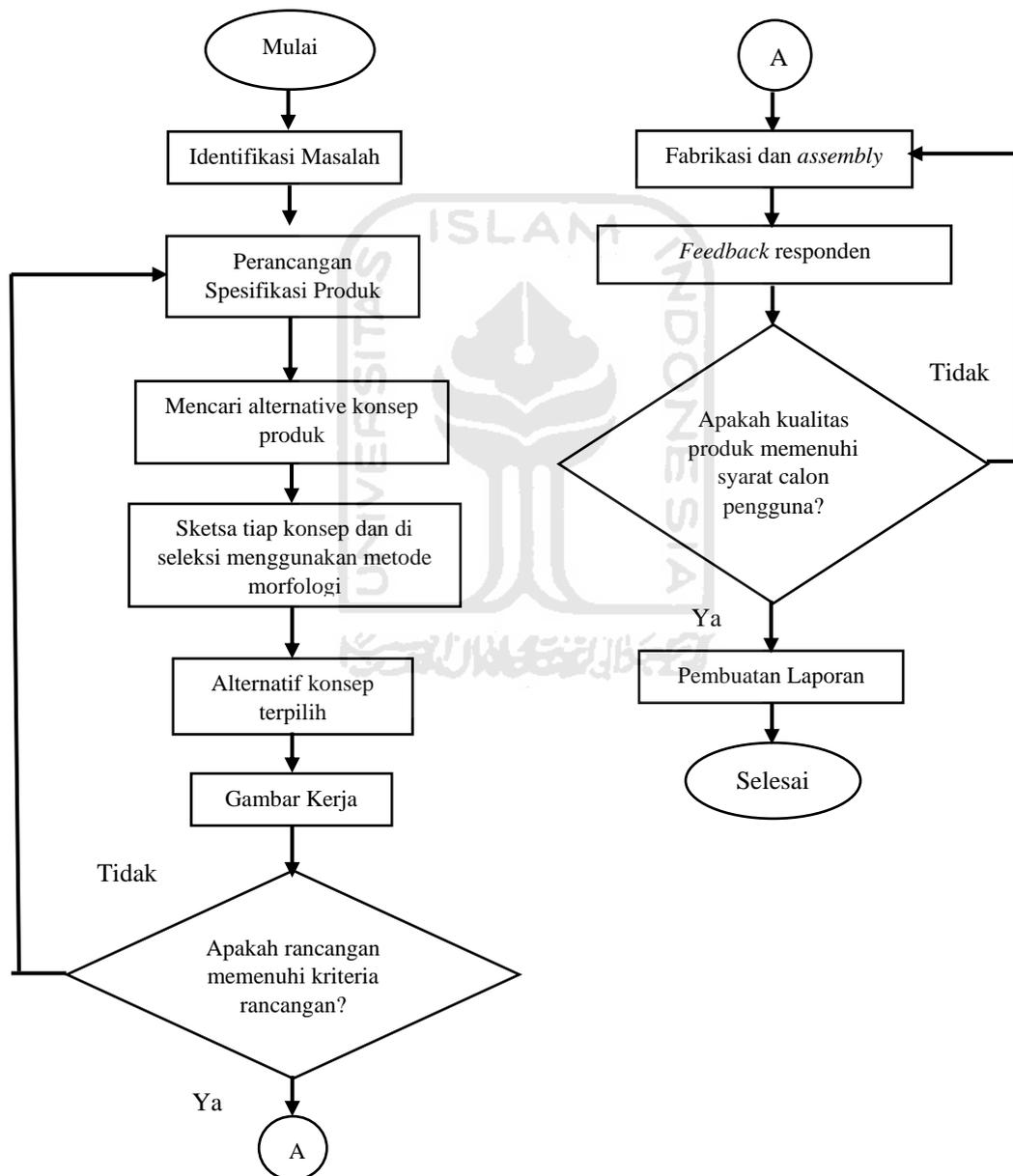
1. Untuk setiap sub-fungsi yang tak teruraikan dan sub-sub-fungsi dicari solusinya, bahkan diusahakan dicari sebanyak mungkin solusinya. Solusi-solusi tersebut berupa mekanisme yang dapat melaksanakan sub-fungsi tak teruraikan dan sub-sub-fungsi-sub-sub-fungsi.
2. Untuk menemukan alternatif-alternatif konsep produk, maka dibentuklah kombinasi-kombinasi solusi, yaitu setiap kombinasi terdiri dari satu solusi dari setiap sub-fungsi yang tak teruraikan dan sub-sub-fungsi. Jumlah kombinasi solusi yang dapat dibentuk merupakan jumlah yang sangat banyak (H. Darmawan Harsokoesoemo, 2004).



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Dalam penelitian ini tahapan-tahapan yang dilaksanakan ditampilkan pada diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3-1.



Gambar 3-1. Diagram alir.

3.2 Penyusunan Spesifikasi Teknis Produk

Dalam penelitian ini penentuan spesifikasi produk menggunakan metode QFD. Dari hasil survei dan observasi terhadap praktisi khitan konvensional didapatkan hasil:

3.2.1 Siapakah target produk? (*who*)

Pelanggan (*customer*) utama alat peraga khitan adalah *trainee* medis; mereka itu adalah pembeli (*purchaser*) dan pengguna (*users*). Pelanggan-pelanggan lain adalah praktisi khitan atau orang-orang yang menjual jasa khitan.

3.2.2 Apa fungsi yang diinginkan pelanggan dari produk? (*what*)

Dari hasil survei dan observasi yang dilakukan, keinginan pelanggan dapat dikelompokkan seperti:

1. Dimensi alat peraga khitan, terutama bagian yang mensimulasi sebagai penis agar lebih sesuai terhadap ukuran rata-rata anak Indonesia.
2. Menambah mekanisme agar alat peraga mampu menempel alas dan dapat bertahan terhadap gaya tarik yang diterima saat praktik untuk menggantikan peran asisten yang memegang alat peraga.
3. Membuat agar kulit luar dan mukosa dapat dibedakan, dan diberikan properti mekanis serta dimensi yang serupa dengan asli.
4. Membuat agar alat peraga dapat diatur kemiringannya untuk mensimulasikan khitan duduk dan terlentang.
5. Serta berbagai hal lain seperti awet, murah, komponen tak banyak, dan mudah dipakai.

3.2.3 Menentukan persyaratan yang secara relatif lebih penting? (*who vs what*)

Langkah selanjutnya metode QFD adalah mengevaluasi penting-tidak setiap persyaratan dari masing-masing pelanggan tertentu. Hal itu dapat dilakukan dengan menimbang bobot tiap persyaratan. Tetapi pada penelitian ini pelanggan sudah ditentukan secara spesifik yaitu praktisi khitan dan *trainee* medis. Serta

persyaratan produk yang diinginkan praktisi khitan dan *trainee* medis kurang lebih sama dengan telah menyebutkan mana syarat yang harus ada (*must*) atau syarat yang diinginkan ada (*wants*).

Kriteria *must*:

1. Kulit sintetis terdiri dari dua lapisan.
2. Alat peraga khitan dapat *refill*.
3. Alat peraga merekat meja kerja.

Kriteria *wants*:

1. Murah.
2. Mudah digunakan.
3. Mudah dirawat.

3.2.4 Mengidentifikasi dan mengevaluasi pesaing bagaimana kepuasan pelanggan sekarang: (*now*)

Mengkaji dan mengevaluasi produk yang sudah ada memiliki dua tujuan, yaitu:

1. memberikan gambaran tentang masalah yang sudah diselesaikan dan belum terselesaikan pada produk yang sudah ada.
2. membuka ruang improvisasi atau peningkatan dari produk yang sudah ada. Pada proses ini, setiap produk pesaing dibandingkan dengan persyaratan pelanggan (*now versus what*). Perbandingan tersebut menghasilkan penilaian yang subyektif yang didasarkan pada pendapat pelanggan.

Dari hasil tanya jawab yang dilakukan Bersama dengan 5 praktisi khitan, hampir semua responden yang telah mencoba alat peraga khitan sebelumnya mengatakan bahwa pada alat peraga yang pernah mereka pakai dan buatan dari docado sangat mirip. Dan keduanya memiliki kelemahan pada bagian penempatan kulit dalam (mukosa) dan kulit luar yang tidak sesuai. Masih membutuhkan asisten, serta lubang kulit penis yang hanya terdapat pada bagian kulit luar tidak terdapat pada mukosa dan itupun terlalu kecil sehingga tidak dapat ditarik *clamp* atau *hemostat*. Sehingga menurut pengguna tingkat akurasi rendah.

3.2.5 Menetapkan sasaran teknis berapakah harga/nilai sasaran yang dianggap baik (*how much is good enough*)?

Pada langkah ini ditetapkan sasaran teknik yang dianggap cukup untuk memenuhi kriteria pengguna. Aspek-aspek teknik yang dapat diukur seperti panjang dan *girth* (keliling) penis, ketebalan kulit sintesis, serta lebar dari *base* akan ditentukan nilainya.

Data dari panjang penis diambil dari artikel jurnal Paediatrica Indonesiana. Dari 300 subyek penelitian di Surakarta ditemukan ukuran rata-rata penis anak usia 7-9 tahun adalah 3,85cm dengan standar deviasi 0,53cm (Annang Giri Moelyo & Melita Widyastuti, 2013). Dengan mempertimbangkan ketelitian 3D printer 0,2mm dan standar deviasi. Panjang penis silikon didesain dengan panjang 4cm.

Sedangkan data *girth* atau keliling penis dilakukan dengan metode survei kepada para praktisi khitan, dikarenakan kurangnya data keliling penis. Terutama dengan subyek anak-anak di Indonesia. Dari hasil survei dengan praktisi didapatkan 2,0cm diameter tebal penis dan diameter korona penis 2,4cm.

Tebal kulit luar dan mukosa sangat tipis sehingga sulit direplikasi, sehingga dibuat versi sederhananya. Dengan mempertimbangkan ketelitian 3D Printer dan kemudahan proses pengecoran. Dengan pertimbangan tersebut diperoleh ukuran kulit luar 1mm dan mukosa 0,8 dengan ketelitian $\pm 0,2$ mm.

Untuk *base* dibuat bentuk silinder dengan diameter alas 8,5cm. Ukuran tersebut dibuat dengan memperhatikan proporsional alat peraga dan *suction cup* yang nantinya akan dipasang pada alas *base*.

3.2.6 Spesifikasi hasil QFD

Dari metode QFD didapatlah hasil spesifikasi Teknik sebagai berikut:

1. Tebal kulit luar = 1mm $\pm 0,2$ mm.
2. Tebal mukosa = 0,8mm $\pm 0,2$ mm.
3. Panjang penis = 40mm ± 12 mm.
4. Diameter penis = 20mm $\pm 0,2$ mm.
5. Diameter korona = 24mm $\pm 0,2$ mm.
6. Diameter base = 85mm $\pm 0,2$ mm.

3.3 Perancangan Konsep Produk

Pada perancangan konsep produk, dicari sebanyak mungkin varian konsep produk. Dimana semua konsep produk memenuhi semua persyaratan teknis produk. Pada evaluasi produk, akan dipilih satu konsep produk yang mendapat bobot poin tertinggi. Untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi produk berdasarkan kriteria pemilihan yang disusun dan spesifikasi teknis produk.

3.3.1 Matriks morfologi

Dari matriks morfologi dibawah ini opsi untuk tiap sub fungsi akan dikombinasikan menjadi lima konsep produk yang nantinya akan dikembangkan menjadi bentuk sketsa gambar.

Tabel 3-1. Matriks Morfologi Untuk Alat Peraga Khitan.

Sub Fungsi	Mekanik	Fluida
Penahan Base	A1 <i>Clamp</i>	B1 <i>Suction Cup</i>
	A2 <i>Magnet</i>	
Pengubah arah penis	C1 <i>Ball Head</i>	
	C2 <i>3 Way</i>	
	C3 <i>Pistol Grip</i>	
Penjepit Penis	D1 <i>Bolt</i>	
	D2 <i>Wire Tie</i>	
	D3 <i>Hose Clamp</i>	

Varian yang dapat dikombinasikan dari tabel:

K1= A.1, C.1, D.1

K2= B.1, C.2, D.2

K3= A.2, C.3, D.1

K4= B.1, C.2, D.3

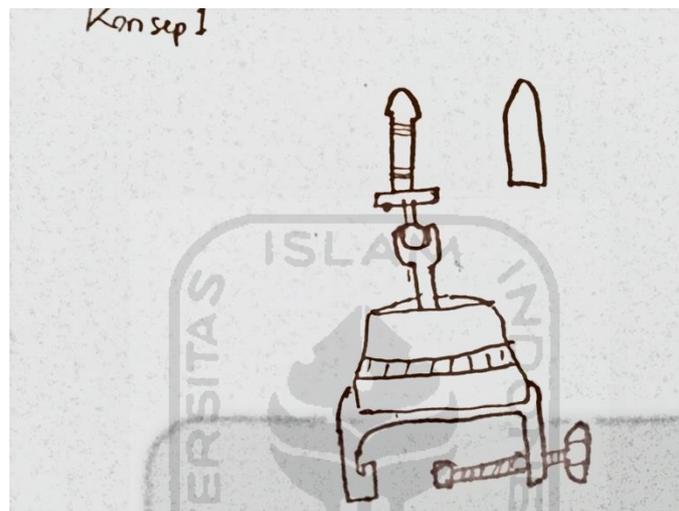
K5= A.1, C.1, D.2

3.3.2 Pengembangan konsep produk

Kelima konsep varian yang telah dihasilkan dari matriks morfologi kemudian dikembangkan menjadi sketsa gambar.

3.3.2.1 Pengembangan konsep 1

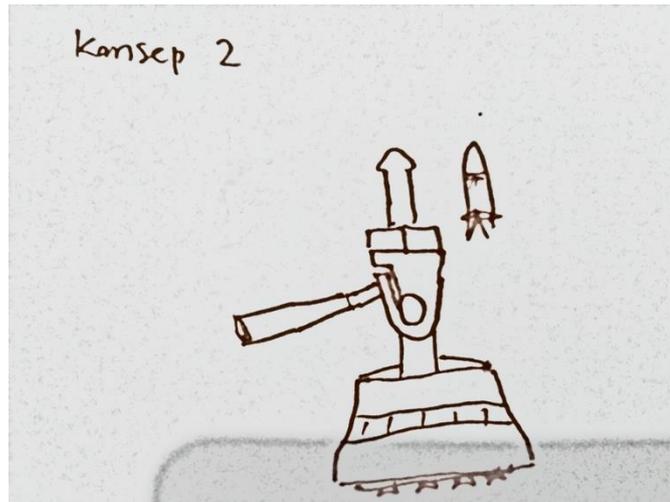
Sketsa konsep pertama dari alat peraga khitan dapat dilihat pada gambar 3-2 dibawah. Pada konsep 1 alat peraga dapat digunakan dengan dijepit pada ujung meja menggunakan klem yang ada. Kemudian mengatur sudut posisi khitan dengan *ballhead*, dengan cara mengendurkan baut pengencang kemudian atur sesuai posisi yang kita inginkan setelah itu kencangkan lagi baut. Dan mekanisme merefill dengan mekanisme baut dan ulir pada batang dan kulit sintetis.



Gambar 3-2. Sketsa konsep 1.

3.3.2.2 Pengembangan konsep 2

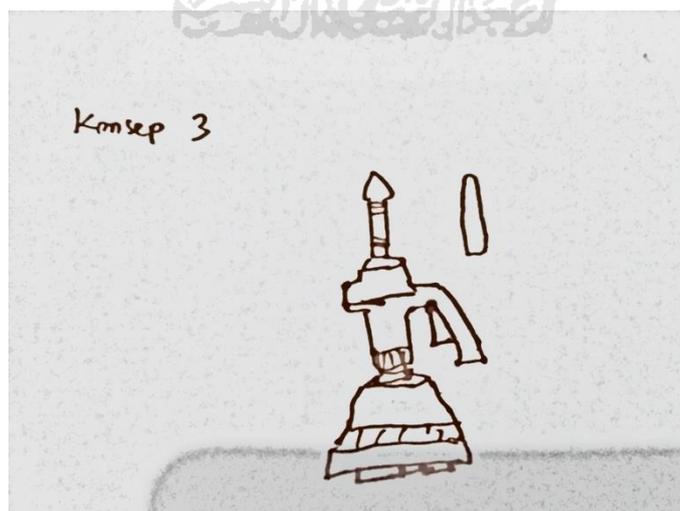
Sketsa dari konsep 2 dapat dilihat pada gambar 3-3 di bawah. Pada konsep 2, alat peraga diberi *suction cup* sehingga peletakan alat peraga haruslah di alas rata dan halus seperti pada meja kaca atau keramik sehingga daya rekat yang diberikan akanlah maksimal. Mekanisme *3-way* digunakan sebagai pengubah sudutnya dengan kemampuan memutar di 3 sumbu x,y dan z. batang dan kulit sintetis dikencangkan dengan *wire tie* berupa tali yang karakteristiknya seperti kawat.



Gambar 3-3. Sketsa konsep 2.

3.3.2.3 Pengembangan konsep 3

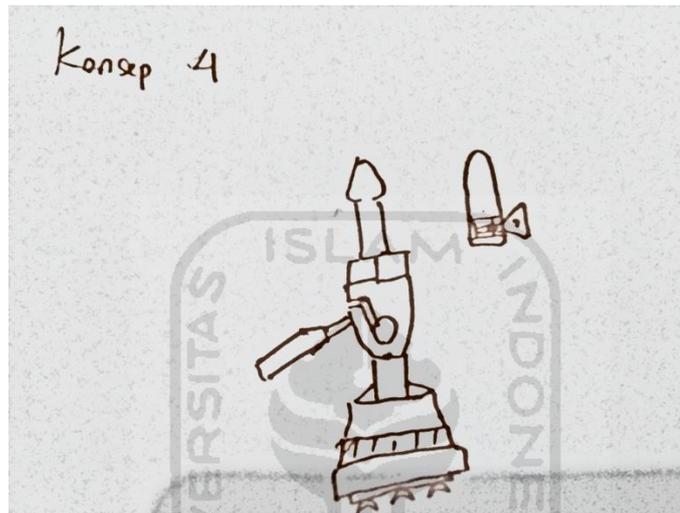
Sketsa dari konsep 3 dapat dilihat pada gambar 3-4 di bawah. Pada konsep 3 perekat antara peraga dan meja kerja adalah magnet, untuk memanfaatkan sifat magnet secara maksimal alas kerja haruslah yang mengandung besi atau nikel dan kobalt. Mekanisme dari tripod jenis *pistol grip* diambil untuk pengaturan sudut dari alat peraga ini. Dengan hanya menarik *trigger* sudut sudah siap untuk diatur, tinggal digerakkan sesuai posisi yang kita inginkan. Penyatu penis dan kulit sintetis adalah baut dan ulir.



Gambar 3-4. Sketsa konsep 3.

3.3.2.4 Pengembangan konsep 4

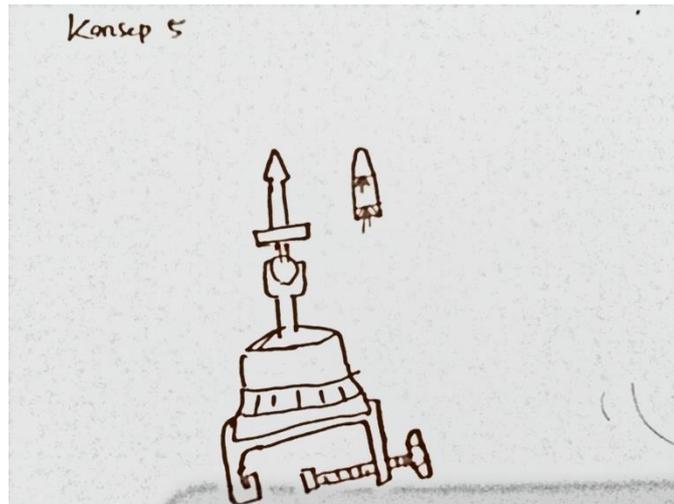
Sketsa dari konsep 4 dapat dilihat pada gambar 3-5 dibawah. Mirip seperti pada konsep 2, di konsep 4 juga menggunakan *suction cup* sebagai perekat pada alas dan menggunakan mekanisme *3-way* untuk mengubah sudut atau arah penis. Yang berbeda di sini instalasi kulit sintetis pada penis dijepit menggunakan *hose clamp* seperti pada penjepit selang, dengan memutar pengencang akan bisa mengubah tingkat kekencangan jepitan.



Gambar 3-5. Sketsa konsep 4

3.3.2.5 Pengembangan konsep 5

Sketsa dari konsep 5 dapat dilihat pada gambar 3-6 dibawah. Pada konsep ini alat peraga diberi mekanisme klem untuk menempel pada ujung meja ataupun alas lainnya. Pada pengubah sudut penis digunakan *ballhead* yang pengoperasiannya cukup mudah, dengan mengendurkan baut kemudian atur posisi. Setelah posisi ideal kencangkan baut kembali. Kulit sintetis direfill dengan *wire tie* agar tidak lepas saat ditarik pada proses jahit.



Gambar 3-6. Sketsa konsep 5

3.3.2.6 Evaluasi konsep produk berdasarkan matriks pengambilan keputusan

Pada tahap ini tiap konsep (K) akan ditimbang bobotnya berdasarkan 7 kriteria. Tiap kriteria sendiri memiliki bobot maksimalnya (Wt) masing-masing. Kriteria yang lebih diutamakan kebutuhannya akan memiliki bobot maksimum yang lebih tinggi. Misalkan kriteria yang memiliki bobot maksimal 10 berarti dianggap lebih penting daripada kriteria dengan bobot maksimal 9.

Tabel 3-2. Matriks Pengambilan Keputusan.

No	Kriteria	Wt	Konsep				
			K1	K2	K3	K4	K5
1	Kuat Tarikan	10	8	7	8	10	7
2	Merekat pada alas	10	9	8	7	8	9
3	Komponen tak banyak	9	7	7	5	8	7
4	Mudah digunakan	9	6	8	7	8	7
5	Harga murah	6	5	6	4	6	5
6	Tahan karat	7	6	6	6	6	6
7	Ketersediaan bahan di pasaran	8	6	7	5	7	6
Jumlah		59	47	49	42	53	47

Keterangan:

K = Konsep alat peraga khitan

Wt = Bobot nilai maksimum

Keterangan Objektif yang dipilih :

1. Kuat Tarikan.

Diinginkan dalam penggunaan kulit sintetis tidak merosot pada saat ditarik dengan klem medis oleh pengguna.

2. Merekat Pada Alas.

Diinginkan alat ini memiliki daya tahan terhadap tarikan dan tetap melekat pada alas tanpa perlu ditahan dengan bantuan manusia.

3. Komponen tidak banyak.

Diinginkan komponen tidak banyak untuk memudahkan perakitan, pemeliharaan serta biaya pembuatan yang menjadi murah.

4. Mudah Digunakan.

Diinginkan kemudahan dalam proses merefill kulit sintetis dan juga mengatur sudut.

5. Harga murah.

Diinginkan biaya yang diperlukan untuk penyediaan material serendah mungkin.

6. Tahan Karat.

Diinginkan alat dengan ketahanan terhadap karat agar tetap memberi kesan steril.

7. Ketersediaan Bahan di Pasaran.

Diinginkan material dan komponen dapat dibeli dengan mudah.

Kriteria dipilih berdasarkan hasil survei keinginan pelanggan dengan memperhatikan kemungkinan yang akan terjadi pada produk mulai dari proses pabrikasi hingga simulasi. Pada matriks pengambilan keputusan, konsep 4 mendapatkan bobot tertinggi, yang menandakan bahwa konsep 4 lah yang dinilai paling memenuhi kriteria rancangan.

Selanjutnya pada bab empat akan dikembangkan pemberian bentuk dari sketsa yang telah dibuat dan dipilih.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain 3D

4.1.1 Desain batang penis dan kulit sintetis

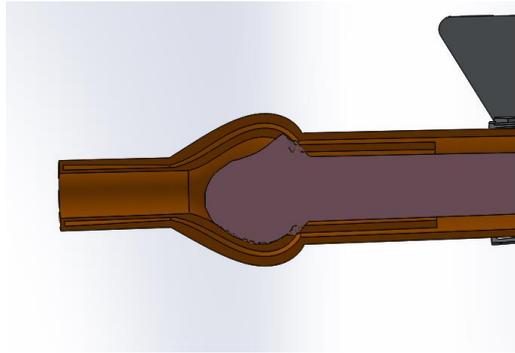
Produk digambar menggunakan *software SolidWorks* untuk desain 3D dan *Keyshot 8* untuk proses render alat peraga. Pada desain kulit luar, mukosa, dan batang didesain sesuai dimensi yang ditentukan pada spesifikasi teknis.

Pada saat perancangan 3D juga disimulasikan apakah desain tiap sendi mampu bergerak sesuai dengan kriteria rancangan. Desain 3D dapat dilihat pada Gambar 4-1.



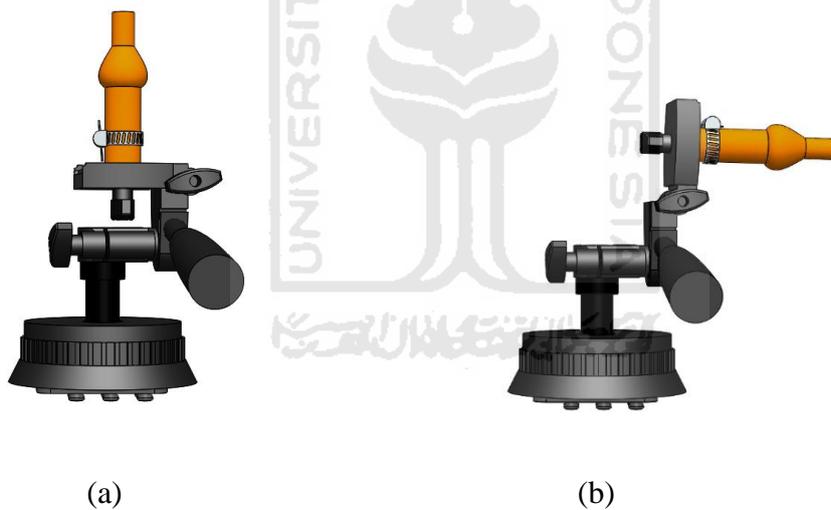
Gambar 4-1. Desain 3D Solidworks.

Pada bagian kulit sintetis terdiri dari 2 lapisan, pada bagian terluar ada kulit luar, kemudian mukosa dibagian dalamnya. Dan pada bagian paling dalam adalah batang penis yang nantinya akan dipasangkan kulit sintetis. Tampak dalam kulit dan batang penis sintetis dapat dilihat pada Gambar 4-2.



Gambar 4-2. Potongan Melintang Batang Penis dan Kulit sintetis.

Menggunakan metode *3-way* alat peraga mampu mereplikasi proses khitan berbaring dan duduk. Pada proses replikasi khitan berbaring alat peraga berada dalam posisi standar tegak lurus alas. Sedangkan pada proses replikasi khitan duduk alat peraga dirotasi 90 derajat. Ilustrasi replikasi khitan dapat dilihat pada gambar 4-3.



(a)

(b)

Gambar 4-3. Replikasi khitan: (a)berbaring; (b)duduk.

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih mirip dengan asli, dilakukan *rendering* menggunakan *keyshot 8*. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4-4.

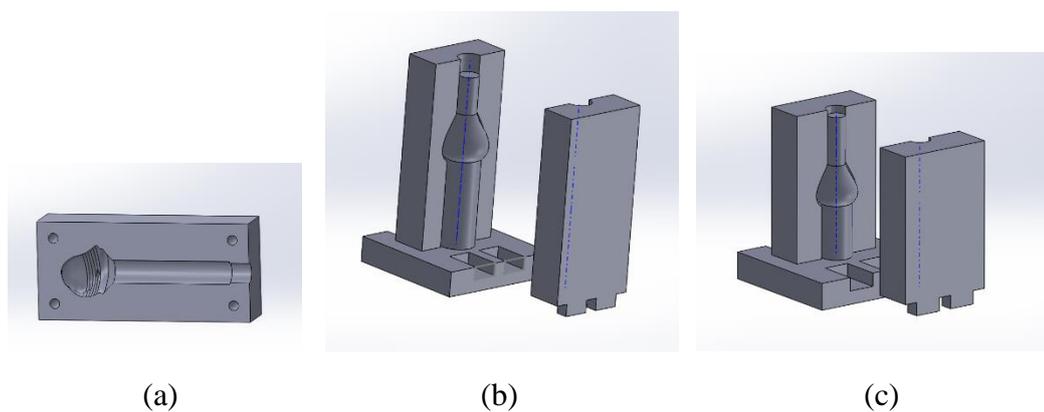


Gambar 4-4. Hasil render keyshot.

4.1.2 Desain cetakan

Setelah gambar 3D kulit luar, mukosa, dan batang jadi. Proses selanjutnya adalah pembuatan cetakan. Dikarenakan cetakan batang penis dan kulit sintetis diinginkan cepat saat proses pengisian silikon, maka cetakan dibuat simpel agar mempermudah pengisian silikon. Dan agar cetakan yang dibuat tahan lama, maka proses desain menghindari fitur-fitur dengan detail tinggi maupun membuat bagian tipis yang dianggap dapat mengurangi durabilitas.

Pada pembuatan cetakan juga harus mempertimbangkan spesifikasi printer 3D yang digunakan. Pada perancangan ini printer 3D yang digunakan memiliki filamen dengan cetakan minimum tebal 0,2mm. Desain 3D cetakan batang penis dan kulit sintetis dapat dilihat pada Gambar 4-5.



Gambar 4-5. Desain Cetakan: (a)batang penis; (b)kulit luar; (c)mukosa.

4.2 Proses Produksi

4.2.1 Produksi kulit sintetis

Pada bagian sebelumnya sudah dibahas tentang desain utama alat peraga maupun desain cetakan 3D print. Dibagian proses pencetakan silicon tidak akan dibahas disini, karena bukan merupakan topik bahasan.

Pada proses print 3D, bagian-bagian dari cetakan dibuat bersamaan dalam satu proses print 3D agar mengurangi waktu yang diperlukan. Filamen yang dikeluarkan akan lebih efisien jika menggunakan strategi pencetakan masal. Pencetakan perbagian akan memerlukan waktu persiapan untuk melanjutkan kepencetakan berikutnya setelah pencetakan awal selesai (Zikri, 2019).

Hasil dari 3D Print dapat dilihat pada Gambar 4-6 dengan urut disebut dari kiri ke kanan adalah cetakan batang penis, cetakan kulit luar, dan cetakan mukosa. Hasil dari kulit sintetis dapat dilihat pada Gambar 4-7.



Gambar 4-6. Hasil 3D Print Cetakan Kulit dan Batang Penis.



Gambar 4-7. Hasil Kulit Sintetis.

4.2.2 Assembly mekanisme 3-Way

Pada tahap ini, mekanisme 3-way diambil dari produk yang ada di pasaran. Konsep terpilih dengan spesifikasi paling memenuhi kriteria dan mudah didapatkan yaitu mekanisme 3-way dari tripod. Mekanisme 3-way dapat dilihat pada Gambar 4-8.



Gambar 4-8. Mekanisme 3-way pada tripod.

4.2.3 Pembuatan base

Dalam tahap ini, mekanisme 3-way yang sudah diambil akan dilakukan pengecoran menggunakan resin untuk dijadikan base. Sebelum dilakukan

pengecoran resin diberi pewarna hitam terlebih dahulu. Baru kemudian dicampurkan katalis dan dituangkan ke dalam cetakan base bersama mekanisme 3-way.

Dengan dilakukan pengecoran bersamaan antara mekanisme 3-way dengan resin maka *base* akan menyatu alami dengan mekanisme 3-way tanpa perlu adanya pengeleman. Sehingga mekanisme 3-way akan melekat dengan sempurna pada *base*. Pada Gambar 4-9 dapat dilihat pewarna, katalis dan resin yang dipakai.



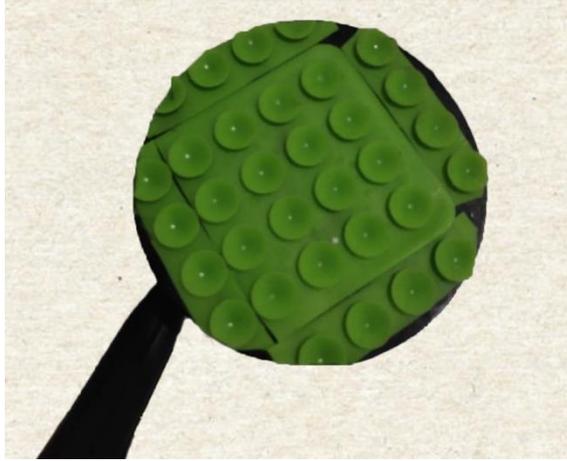
Gambar 4-9. Pewarna, Katalis dan Resin.

Setelah didiamkan beberapa jam, *base* yang sudah kering dilepas dari cetakan. Setelah itu dilakukan *finishing* dengan amplas pada bagian yang meluber ataupun tidak rata. Hasil cetakan resin dapat dilihat pada Gambar 4-10.



Gambar 4-10. Hasil Cetak Resin menjadi Base Alat Peraga.

Setelah *finishing* selesai, maka langkah selanjutnya memasang *suction cup* pada alas *base*. Pemasangannya cukup mudah seperti menempel stiker, alas *base* dipastikan dalam kondisi bersih dan halus saat pemasangan *suction cup*. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4-11.

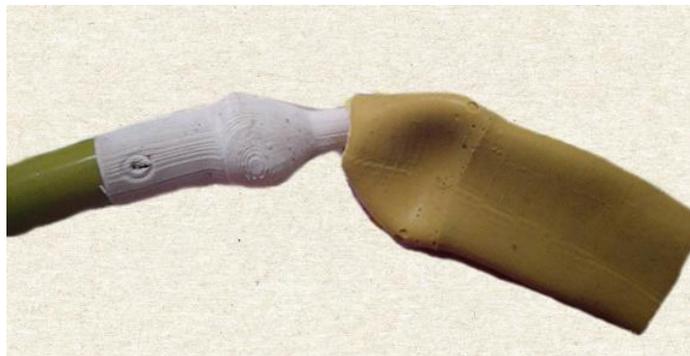


Gambar 4-11. *Suction Cup* pada Alas Alat Peraga.

4.2.4 Pemasangan kulit sintetis

Proses selanjutnya adalah pemasangan kulit sintetis pada batang penis. Alat peraga bersifat *re-usable*, yang artinya setelah digunakan simulasi pengguna hanya perlu *refill* kulit sintetis dan alat peraga siap digunakan kembali. Dengan hal ini, alat peraga khitan akan lebih menghemat biaya tiap sesi simulasi. Dengan biaya yang murah akan lebih menjangkau banyak kalangan pelanggan.

Langkah pemasangan kulit sintetis dimulai dengan memasukkan batang penis sintetis ke mukosa, baru kemudian kulit luar dipasang pada batang penis dengan cara membalikinya. Proses instalasi dapat dilihat pada Gambar 4-12. Kemudian klem ukuran 5/6 digunakan untuk mengunci penis dengan kulit sintetis. Proses pengencangan baut pada mekanisme *3-way* dengan batang penis diperlukan agar batang penis menyatu sempurna dan tahan tarikan. Hasil akhir dapat dilihat pada Gambar 4-13.



Gambar 4-12. Instalasi kulit sintetis.



Gambar 4-13. Hasil Akhir Produk.

4.3 Hasil *Feedback* Pengguna

Setelah alat peraga khitan selesai produksi, diadakan simulasi khitan dengan melibatkan 3 praktisi dengan *background* dan teknik yang berbeda. Dokter Johar dari rumah khitan jogja mencoba alat peraga dengan teknik *guillotine*, Pak Ismo dari rumah sunat pakualaman mewakili bong sumpit dengan teknik dorsumsisi, dan Pak Yudho perawat menggunakan teknik *guillotine*.

Dalam simulasi khitan ini, kekuatan tarik dan geseran saat proses penjahitan dianggap sebesar 10 N. Pada teknik *guillotine* hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4-14 dan hasil teknik dorsumsisi dilihat pada Gambar 4-15.



Gambar 4-14. Hasil Teknik *Guillotine*.



Gambar 4-15. Hasil Teknik Dorsumsisi.



4.3.1 Hasil tanggapan kuisisioner

Setelah para praktisi khitan melakukan simulasi, semua tanggapan dan saran diberikan melalui form kuisisioner dengan hasil seperti berikut:

Tabel 4-1. Hasil Kuisisioner Review Praktisi.

No	Kriteria	Skor		
		dr.Johar	Pak Ismo	Pak Yudho
1	Daya Rekat <i>Suction Cup</i>	7	9	10
2	Kemudahan <i>Refill</i>	6	8	10
3	Ergonomi	8	8	8
4	Desain Kulit Sintetis	6	7	10
5	Desain Keseluruhan	8	8	9

4.3.2 Saran responden

Menurut Pak Yudho semua peraga *panthom* rata-rata sama dibuat seperti bentuk aslinya, hanya saja kesempurnaan kulit jelas tidak bisa disamakan dengan silikon. Yang dimana tingkat kekuatan elastisitas kulit dengan silikon berbeda jauh. Karena silikon ada resiko robek disaat tindakan menjahit yang terlalu kuat/simpulnya terlalu kuat. Untuk kualitas yang lain sudah memenuhi bentuk aslinya dan mudah diaplikasikan sebagai *panthom* untuk pelatihan khitan.

Pak Ismo memberi masukan bahwa perlu pembaharuan untuk bisa lebih tampak alami pada desain kulit sintetis bagian tampak bawah.

Menurut dr.Johar untuk bahan kualitas kulit sudah lebih baik dari alat yang dulu pernah digunakan. Saran untuk kulit preputium dibuat lebih elastis agar mampu meragakan teknik melepas preputium dari perlengketan dengan *glands* penis dan kulit mukosa dibuat menyambung dengan *gland* penis.

4.4 Analisis dan Pembahasan

Dari hasil *feedback* alat peraga khitan, berbagai data didapatkan sebagai tolak ukur kepuasan pengguna.

a. Simulasi

Pada simulasi praktisi dengan metode *guillotine* dan dorsumsisi, ketiga praktisi dengan mudah mengoperasikan alat peraga pada percobaan pertama. Mulai dari merekatkan *base* pada alat, mengatur posisi penis, hingga

instalasi/*refill* kulit sintetis. Dengan asumsi kekuatan tarik dan geseran sebesar 10 N, mekanisme pengunci kulit pada alat peraga berhasil menahan gaya yang terjadi saat proses penjahitan.

b. Kuisisioner

Dari kuisisioner yang dapat dilihat pada tabel 4-1, dapat disimpulkan bahwa alat peraga khitan telah memenuhi kriteria rancangan. Terutama pada daya rekat *base* pada alat yang mendapat poin rata-rata tertinggi. Dari kuisisioner juga, terlihat bahwa bagian kulit sintetis masih bisa ditingkatkan pada dua sisi. Pertama, karena kulit sintetis lebih tebal dari kulit asli sehingga elastisitas menurun dan memperlambat praktisi dalam proses membalik kulit luar pada saat *refill*. Kedua, desain kulit dibuat agar praktisi lebih mudah dalam teknik melepas prepusium. Peningkatan dari kedua segi tersebut dapat dicapai dengan mengurangi tebal desain kulit sintetis atau menambah elastisitas silikon yang dipakai.

c. Saran pengguna

Dari tanggapan dan saran dari praktisi, secara keseluruhan alat peraga sudah lebih baik dari alat peraga yang pernah digunakan oleh para praktisi. Saran untuk yang perlu diperbaiki dari praktisi adalah menipiskan ukuran kulit sintetis agar lebih mendekati kulit luar dan mukosa yang asli.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari perancangan yang dilakukan dapat disimpulkan seperti berikut:

1. *Base* dengan *suction cup* mampu menahan gaya tarik dan gaya geser sebesar ± 10 N pada saat alat peraga dipakai oleh praktisi.
2. Dengan alat peraga khitan ini proses khitan berbaring dan duduk mampu direplikasi dengan mekanisme *3-way* yang ada di pasaran.
3. *Mold* silikon kulit luar dan mukosa dibuat menggunakan printer 3D dengan filamen PLA (*Polylactic Acid*). *Mold* ini dinilai mampu menghasilkan cetakan yang sesuai syarat teknis perancangan ini.
4. Dari hasil uji *prototype* oleh praktisi khitan, didapatkan *feedback* dan masukan agar desain kulit sintetis dibuat lebih tipis atau lebih elastis agar praktisi dapat melakukan teknik melepas prepusium.

5.2 Saran

Dari perancangan yang telah dikerjakan, masih terdapat kekurangan dan dimungkinkan untuk dilakukan pengembangan. Beberapa diantara kekurangan yang berkaitan dengan desain dan pabrikasi adalah:

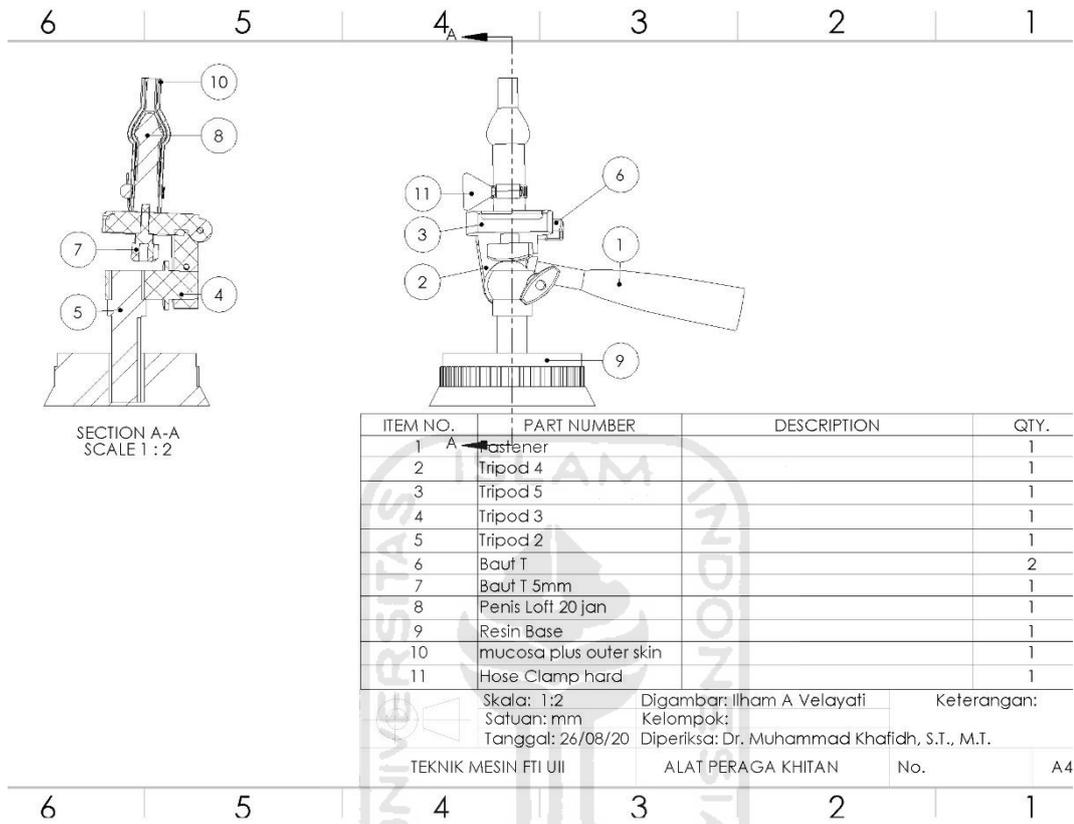
1. Pencarian metode *mold* dengan ketelitian lebih tinggi yang memungkinkan untuk mendapatkan hasil cetak lebih tipis.
2. Menambah mekanisme mencekam agar tidak hanya dapat digunakan di meja kaca dan lantai, tetapi bisa juga pada meja berpori kasar dengan mencekam pada pinggir meja.

DAFTAR PUSTAKA

- Annang Giri Moelyo, & Melita Widyastuti. (2013). Penile length of newborns and children in Surakarta, Indonesia. *Paediatrica Indonesiana*, 53(2), 65.
<https://doi.org/10.14238/pi>;
- Biyani, C. S., Hanchanale, V., Rajpal, S., Jain, S., Garthwaite, M., Cartledge, J., ... Terry, T. (2017). First urology simulation boot camp in the United Kingdom. *African Journal of Urology*, Vol. 23, pp. 258–267.
<https://doi.org/10.1016/j.afju.2017.03.002>
- Bruno, C. J., & Glass, K. M. (2016). Cost-effective and low-technology options for simulation and training in neonatology. *Seminars in Perinatology*, Vol. 40, pp. 473–479. <https://doi.org/10.1053/j.semperi.2016.08.008>
- Fahmy, M. A. B. (2019). Methods and techniques of circumcision. In *Complications in Male Circumcision*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-68127-8.00005-3>
- H. Darmawan Harsokoesoemo. (2004). *Pengantar Perancangan Teknik*.
- Uthami, A. Z. (2010). *Solid Works: Alat Bantu Merancang Komponen dengan Mudah*. Bandung: Modula.
- Zikri, A. (2019). Pembuatan produk komposit sandwich tanpa cetakan menggunakan inti core dari hasil 3d printing (studi kasus : aquatic caravan). *Mechanical Engineering UII*, (November 2019), 36–52.

LAMPIRAN

DETAIL DESAIN GAMBAR



BILL OF MATERIAL ALAT PERAGA KHITAN

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	A	Fastener	1
2		Tripod 4	1
3		Tripod 5	1
4		Tripod 3	1
5		Tripod 2	1
6		Baut T	2
7		Baut T 5mm	1
8		Penis Loft 20 jan	1
9		Resin Base	1
10		mucosa plus outer skin	1
11		Hose Clamp hard	1