

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

*Carpal Tunnel Syndrome (CTS)* adalah kondisi *neurovaskular* yang umum terjadi di seluruh dunia dan telah menjadi masalah kesehatan yang semakin meningkat. Kondisi ini terjadi ketika saraf median yang membentang dari lengan ke tangan terjepit di dalam kanal *Carpal* di pergelangan tangan, yang dapat menyebabkan gejala seperti kesemutan, mati rasa, dan rasa sakit pada tangan. Gejala ini dapat mengganggu aktivitas sehari-hari individu dan bahkan mempengaruhi kemampuan mereka untuk bekerja dan melakukan pekerjaan yang memerlukan gerakan tangan dan pergelangan tangan yang terus-menerus [1].

Menurut *American Academy of Orthopaedic Surgeons*, kejadian CTS tercatat terjadi pada 1 hingga 3 orang per 1000 orang per tahun, dengan prevalensi sekitar 50 per 1000 orang [2]. Angka ini hampir serupa dengan kejadian dan prevalensi di sebagian besar negara maju lainnya. Namun, di Indonesia, data mengenai CTS masih terbatas, meskipun penelitian sebelumnya menunjukkan prevalensi yang signifikan pada pekerja dengan gerakan berulang [3].

Pengobatan CTS mencakup berbagai pendekatan, termasuk pengobatan non-bedah seperti fisioterapi dan penggunaan penyangga pergelangan tangan, walaupun efektivitasnya dalam mengatasi CTS secara permanen sering terbatas [4]. Oleh karena itu, dalam banyak kasus, prosedur bedah seperti pelepasan *Transversal Carpal Ligament (TCL)* diperlukan untuk mengurangi tekanan pada saraf median di terowongan karpal dan memberikan perbaikan yang signifikan [5]. Dalam beberapa situasi, terutama ketika terjadi komplikasi atau kegagalan dalam prosedur bedah, pemasangan saraf conduit pada saraf perifer mungkin diperlukan untuk mengurangi tekanan dan memastikan aliran darah yang lancar di daerah karpal [6]. Pemasangan saraf conduit pada *Carpal Tunnel Syndrome (CTS)* masih jarang dilakukan, demikian juga penelitian fabrikasi saraf conduit dengan material mudah dijangkau, umumnya menggunakan kolagen dari sapi dan babi. Oleh karena itu,

perlu pelatihan efektif dalam penanganan CTS untuk mengatasi kelangkaan tersebut. Pengembangan alat simulasi seperti model tangan palsu CTS menjadi penting untuk melatih tenaga medis secara menyeluruh. Penelitian tambahan dapat memberikan rekomendasi material yang mudah diakses untuk pembuatan saraf conduit, meningkatkan ketersediaan dalam penanganan CTS.

*Filament* PLA memiliki kemampuan untuk menghasilkan cetakan/*molding* yang akurat dan terperinci, sehingga cocok untuk membuat struktur kompleks [7]. Hal ini dibuktikan oleh studi yang mana pada pembuatan cetakan/*molding* menggunakan *filament* PLA memiliki presisi dimensi  $-0,2$  mm dan ketebalan lapisan 25 um, sehingga bisa dipastikan produksi cetakan yang dihasilkan akurat [8]. Penggunaan material resin dalam proses pembuatan pemodelan penyakit yang kompleks telah terbukti sebagai pilihan yang baik. Resin memiliki kemampuan untuk membentuk struktur yang kompleks, terutama bagian-bagian halus, dan titik leleh rendah serta distribusi sifat *print* yang luas menjadikannya cocok untuk berbagai aplikasi 3D *Print* yang kompleks [9]. Untuk itu, penggunaan material PLA dan resin dalam proses 3D *Print* FDM maupun SLA untuk membuat cetakan/*molding phantom* tangan CTS dan pemodelan penyakit secara langsung dianggap memiliki potensi untuk meningkatkan kerelevanan alat simulasi tangan CTS.

Penggunaan material *silicone* memungkinkan pembuatan *phantom* yang dapat merepresentasikan struktur anatomi dengan tingkat kemiripan yang tinggi, menciptakan nilai pendidikan yang luar biasa bagi rekan bedah yang sedang mempelajari prosedur kompleks. Material *silicone* memberikan peluang untuk melatih keterampilan motorik halus dengan tingkat ketelitian yang tinggi, sesuatu yang sulit dicapai dengan penggunaan bahan cetak 3D konvensional. Selama beberapa tahun terakhir, cetakan *silicone* telah terbukti mampu menghasilkan model yang secara signifikan lebih mendekati sifat fisik jaringan asli dibandingkan dengan model yang dibuat dengan hanya 3D *Print* berbiaya rendah [10].

Penggunaan material *silicone* memiliki potensi besar untuk mengoptimalkan pembuatan *phantom* tangan CTS dalam konteks alat simulasi bedah dan pemasangan saraf conduit, dengan variasi konsentrasi material menggunakan metode 3D *Printing* dan *Molding*. Oleh karena itu, penelitian ini

dilaksanakan dengan judul "OPTIMASI KONSENTRASI MATERIAL *SILICONE* PADA *PHANTOM* TANGAN *CARPAL TUNNEL SYNDROME* (CTS) UNTUK SIMULASI PEMBEDAHAN DAN PEMASANGAN SARAF CONDUIT DENGAN 3D *PRINTING*." Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang relevan terhadap tantangan dan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya.

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana hasil karakterisasi variasi formulasi konsentrasi material *silicone* terhadap pembuatan *phantom* simulasi pembedahan dan pemasangan saraf conduit pada tangan *Carpal Tunnel Syndrome*?
- 2) Bagaimana proses fabrikasi *phantom* tangan *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) melalui 3D *Printing* dengan variasi konsentrasi material *silicone* guna mendukung simulasi pembedahan dan pemasangan saraf conduit?

## **1.3 BATASAN MASALAH**

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian ini akan difokuskan pada pengembangan *phantom* tangan *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) sebagai alat simulasi untuk pelatihan bedah dan pemasangan saraf conduit.
- 2) Penelitian akan mempertimbangkan variasi konsentrasi material *silicone* sebagai parameter utama dalam mengoptimalkan karakteristik *phantom* tangan CTS yang relevan dengan kebutuhan simulasi pembedahan dan pemasangan saraf conduit.
- 3) Evaluasi karakteristik *phantom* tangan CTS akan difokuskan pada aspek umum struktur, sebagai pertimbangan utama dalam mendukung tujuan pelatihan bedah dan pemasangan saraf conduit.

## **1.4 TUJUAN**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Mengidentifikasi hasil karakterisasi dari variasi konsentrasi material *silicone* yang berpengaruh pada pembuatan *phantom* untuk simulasi pembedahan dan pemasangan saraf conduit pada tangan *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS).
- 2) Mengoptimalkan proses fabrikasi *phantom* tangan *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) melalui *3D Printing* dengan variasi konsentrasi material *silicone* guna mendukung simulasi pembedahan dan pemasangan saraf conduit.

## **1.5 MANFAAT**

Penelitian ini memiliki manfaat yang signifikan dalam tiga aspek utama. Pertama, penelitian ini berkontribusi pada perbaikan perawatan dan penanganan *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) di Indonesia, dengan memahami lebih baik kondisi ini dan mengembangkan alat simulasi yang efektif untuk pelatihan bedah. Hal ini memiliki dampak positif pada kesehatan masyarakat dan pasien CTS. Kedua, penelitian ini menghasilkan pengembangan alat simulasi yang lebih baik, yang akan memberikan sumber daya berharga bagi tenaga medis dalam mengembangkan keterampilan dalam menangani CTS. Dengan alat simulasi yang lebih efektif, pelatihan bedah dan pemasangan saraf conduit dapat ditingkatkan, memberikan manfaat langsung bagi praktisi medis dan pasien. Terakhir, penelitian ini memberikan kontribusi pada bidang penelitian teknologi kesehatan dengan eksplorasi pemilihan material dan metode produksi yang dapat digunakan dalam pengembangan alat simulasi medis, membantu memajukan inovasi teknologi medis di masa depan.

## **1.6 SISTEMATIKA PENULISAN**

Penelitian ini terstruktur dalam beberapa bab. Bab 1 merangkum latar belakang, rumusan masalah, manfaat dan tujuan penelitian, serta membahas batasan masalah dan sistematika penulisan. Bab 2 mencakup tinjauan pustaka yang menjadi referensi utama, mencakup aspek endoskopi pada *Carpal Tunnel Syndrome*, metode *3D printing* dan *molding*, parameter material untuk *phantom* dari penelitian

sebelumnya, dan aplikasi metode 3D *printing* dan *molding* dalam berbagai konteks medis. Bab 3 menguraikan rancangan penelitian, termasuk alat penelitian, jalur penelitian dengan tabel percobaan material yang akan dioptimalkan, serta proses dan fungsi karakterisasi, termasuk penyesuaian optimasi terhadap material silicon yang berfokus pada *tensile strength* untuk *phantom* CTS. Bab 4 membahas hasil fabrikasi, karakterisasi, dan analisis implementasi material optimal pada *phantom*. Kesimpulan dan saran pengembangan tesis untuk masa depan dijelaskan dalam bab 5.