

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Gangguan neurologis pada kepala dapat disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah *aneurysm* otak. *Aneurysm* otak merupakan kondisi medis yang terjadi ketika dinding arteri di otak melemah dan membentuk kantung yang mengembung. *Aneurysm* otak dapat menyebabkan pendarahan di dalam otak dan dapat menjadi penyebab stroke, kerusakan saraf permanen, bahkan kematian [1].

Angka prevalensi *aneurysm* otak di seluruh dunia sekitar 3,2% dengan usia rata-rata 50 tahun. Wanita lebih dominan setelah usia 50 tahun akibat penurunan kadar estrogen. Tingkat pecahnya *aneurysm* sekitar 10 per 100.000 kasus, dengan mortalitas akibat *aneurysm* sekitar 0,4-0,6% dari seluruh kematian, dengan 20% kematian dan 30-40% kerusakan saraf permanen pada pasien yang pecahnya *aneurysm* diketahui [2].

Keyhole surgery saat ini dianggap sebagai pilihan utama dalam menangani *aneurysm* otak pada area tertentu, terutama untuk pengobatan *aneurysm* sirkulasi anterior [3]. *Keyhole surgery* merupakan prosedur minimal invasif yang dilakukan dengan menggunakan laparoskop, sebuah alat berbentuk tabung dengan kamera kecil. Dokter bedah membuat sayatan kecil pada tubuh pasien untuk memasukkan laparoskop dan instrumen lainnya, sehingga menghasilkan luka yang lebih kecil, waktu pemulihan yang singkat, risiko komplikasi yang rendah, dan mengurangi rasa sakit [4]. Pelaksanaan prosedur ini memerlukan keahlian dan pengalaman yang memadai dari dokter yang menjalankannya, serta persiapan yang teliti sebelum prosedur dilakukan.

Untuk meningkatkan keberhasilan *keyhole surgery* pada *aneurysm* otak, penting bagi dokter dan tim medis untuk memanfaatkan model kepala yang menyerupai bentuk asli untuk membantu memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai anatomi dan patologi yang mendasari kasus pasien. Dengan mempertimbangkan model kepala ini, dokter dapat mengidentifikasi teknik *keyhole*

surgery yang paling sesuai dalam mengatasi masalah pada kasus pasien [5]. Model kepala simulasi dianggap sebagai sarana penting untuk meningkatkan hasil *keyhole surgery* pada *aneurysm* otak [6]. Saat ini model kepala yang digunakan masih memiliki keterbatasan dalam meniru kondisi fisik yang sebenarnya dengan menyerupai bentuk asli, sehingga menghambat perencanaan prosedur intervensi yang optimal [7]. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan model simulasi yang lebih menyerupai bentuk asli untuk *keyhole surgery* pada *aneurysm* otak, agar efektivitas intervensi dapat ditingkatkan dan risiko komplikasi pada pasien dapat dikurangi.

Pembuatan model kepala menggunakan teknologi 3D *printing* untuk melakukan simulasi *keyhole surgery* pada *aneurysm* otak merupakan sebuah inovasi yang memiliki potensi untuk meningkatkan keberhasilan prosedur medis tersebut [8]. Namun, proses ini membutuhkan tingkat realisme yang tinggi, serta harus mempertimbangkan kondisi anatomi dan patologi pasien. Teknologi 3D *Printing* telah menjadi pilihan utama dalam berbagai aplikasi di bidang medis, termasuk dalam pembuatan model kepala untuk simulasi *keyhole surgery aneurysm* otak [9]. Keuntungan utama dari teknologi ini adalah kemampuannya untuk menciptakan objek dengan presisi dan bentuk yang diinginkan, serta mampu membuat objek yang kompleks dengan tingkat detail yang tinggi [10].

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk menghasilkan model kepala yang untuk simulasi *keyhole surgery aneurysm* otak melalui teknologi pencetakan 3D. Proses penelitian melibatkan berbagai tahapan, mulai dari pengumpulan dan pemrosesan data menggunakan teknik pemodelan 3D hingga pencetakan model penyakit dengan penekanan kuat pada penggunaan material silikon. Material silikon dipilih karena fleksibilitas, elastisitas, dan kemiripan strukturalnya dengan jaringan otak manusia. Melalui pengembangan formula khusus, silikon mampu menggambarkan dengan sangat menyerupai bentuk asli sifat-sifat *aneurysm aneurysm* otak, termasuk elastisitas, kekerasan, dan tekstur. Oleh karena itu, penulis mengangkat judul “Revitalisasi Model Kepala Dengan Gangguan Neurologis Menggunakan 3D *Printing* Untuk Simulasi *Keyhole Surgery Aneurysm* Otak Dengan Optimasi Material Silikon” untuk meningkatkan ketelitian dan validitas anatomis model kepala dengan mengoptimalkan formulasi material silikon dengan

mempertimbangkan faktor-faktor sifat fisik dan anatomi yang lebih sesuai dengan kondisi sebenarnya.

Penelitian ini mencakup evaluasi mekanik material silikon yang digunakan dalam fabrikasi model *aneurysm* otak melalui metode *3D printing*. Setelah pembuatan model *aneurysm*, uji mekanik dilakukan untuk mengukur elastisitas, kekuatan, dan daya tahan material silikon tersebut. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa material silikon dapat menggambarkan sifat fisik yang sesuai dengan *aneurysm* otak dan mampu menahan tekanan dan manipulasi yang mungkin terjadi selama simulasi prosedur *keyhole surgery*. Hasil dari uji mekanik ini akan memberikan validasi terhadap kemampuan material silikon untuk memenuhi standar kualitas yang diperlukan dalam simulasi *keyhole surgery aneurysm* otak.

Dengan demikian, penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam penggunaan teknologi *3D printing* dan material silikon dalam pembuatan model *aneurysm* menyerupai bentuk asli, yang dapat mendukung praktisi medis dalam persiapan dan evaluasi sebelum menjalankan tindakan medis pada pasien. Hal ini diharapkan akan meningkatkan tingkat keberhasilan dan efektivitas prosedur medis, terutama pada prosedur *keyhole surgery aneurysm* otak yang kompleks.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana konsentrasi yang tepat untuk mendapatkan simulasi *aneurysm* yang optimal sesuai dengan karakteristik pembuluh darah otak organ manusia?
- 2) Berapa formulasi terbaik untuk pemodelan/*phantom* otak yang disesuaikan dengan parameter otak asli dilihat dari nilai *tensile modulus* dan *tensile strength*?

1.3 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian ini fokus pada identifikasi konsentrasi optimal untuk simulasi *aneurysm*, dengan penekanan pada karakteristik pembuluh darah otak manusia.

- 2) Penentuan formulasi terbaik dalam pembuatan model atau *phantom* otak dapat disesuaikan dengan parameter otak asli, dilihat dari nilai *tensile modulus* dan *tensile strength*.
- 3) Karakterisasi dilakukan dengan uji mekanik untuk memeriksa kekuatan dan elastisitas material sebagai bagian dari validasi struktural model sebelum digunakan dalam pembuatan model.

1.4 TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Menemukan konsentrasi optimal untuk menciptakan simulasi *aneurysm* otak yang sesuai dengan karakteristik pembuluh darah otak manusia.
- 2) Mengidentifikasi formulasi terbaik untuk model atau *phantom* otak yang dapat disesuaikan dengan parameter otak asli, khususnya nilai *tensile modulus* dan *tensile strength* guna meningkatkan validitas dan ketepatan model dalam merepresentasikan sifat fisik otak manusia.

1.5 MANFAAT

Diharapkan penelitian ini mampu menghasilkan simulasi *aneurysm* otak yang lebih efektif dan model otak yang mendekati struktur anatomis. Dengan mengidentifikasi konsentrasi optimal untuk simulasi *aneurysm* yang sesuai dengan karakteristik pembuluh darah otak manusia, penelitian ini memiliki potensi untuk meningkatkan keefektifan alat simulasi. Penemuan formulasi terbaik untuk model otak, berdasarkan nilai *tensile modulus* dan *tensile strength*, diharapkan mampu menciptakan representasi yang lebih realistis dari struktur otak. Implikasi praktis melibatkan pemanfaatan model otak yang lebih baik dalam penelitian medis, diagnosis, dan perencanaan perawatan, sementara model yang dikembangkan juga diharapkan dapat membantu visualisasi serta pemahaman yang lebih rinci tentang anatomi dan karakteristik *aneurysm* otak, memungkinkan eksplorasi praktis terhadap pendekatan yang efektif dalam penanganan kondisi ini.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Penelitian ini terdiri dari 5 bab yang membahas beberapa aspek. Bab 1 memberikan pengantar studi, termasuk latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan, yang menjadi dasar bagi pembahasan selanjutnya. Bab 2 mencakup tinjauan pustaka mengenai *3D Printing*, *aneurysm* otak, *keyhole surgery*, dan simulasi model kepala dalam penelitian ini. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk memperkuat dan mengonfirmasi dasar teoritis serta relevansi konsep yang akan digunakan dalam perancangan penelitian yang dilakukan. Bab 3 membahas metodologi penelitian, melibatkan tahap-tahap dalam pembuatan model kepala dengan menggunakan *3D Printing*, pelaksanaan simulasi *keyhole surgery* pada *aneurysm* otak, serta rancangan pengujian dan evaluasi yang akan dilakukan. Bab ini merinci pendekatan yang sistematis dan terstruktur yang akan diterapkan dalam penelitian ini. Bab 4 difokuskan pada presentasi hasil penelitian dan analisis terkait *aneurysm* otak, mencakup tahapan fabrikasi model penyakit untuk mendekati struktur asli, serta karakterisasi konsentrasi silikon guna menciptakan model *aneurysm* otak mendekati struktur asli secara optimal, dengan fokus pada karakteristik *aneurysm*. Bab 5 mencakup kesimpulan dan saran dalam laporan ini, merangkum temuan penelitian, serta memberikan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut terkait pengembangan model kepala untuk simulasi *keyhole surgery*, dan penggunaan material silikon untuk pemodelan penyakit khususnya pada *aneurysm* otak.