

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Distal Radius Fracture (DRF) adalah kasus patah tulang pada pergelangan tangan yang paling sering ditemui pada dunia ortopedi. Tercatat terdapat 15% penderita DRF dari seluruh penderita fraktur tulang pada usia dewasa (Sudharma dan Wiratnaya, 2019). Berdasarkan survei yang dilakukan di Amerika Serikat pada tahun 2001, diketahui terdapat 640.000 kasus DRF yang telah dilaporkan (Nelans *et al.*, 2012). Sebuah studi dari Rochester, Minnesota menyatakan bahwa terdapat 17% kenaikan kasus DRF tiap 40 tahunnya (Melton *et al.*, dalam Nelans *et al.*, 2012). Sedangkan di Belanda, diperkirakan terdapat 0,2% kasus DRF dari 10.000 orang tiap tahunnya (Bravelink *et al.*, 2021). Penderita DRF sendiri terbagi atas dua kelompok yakni kelompok usia dewasa dan kelompok anak-anak. Penderita DRF pada usia dewasa didominasi oleh wanita yang berada pada fase post menopause (Rundgren *et al.*, 2020). Sedangkan pada kelompok anak-anak dan remaja, terdapat 25% kasus DRF yang disebabkan oleh perkembangan struktur tulang (Nelans *et al.*, 2012). Dalam sebuah studi yang dilakukan oleh Landin diketahui bahwa DRF memiliki persentase kejadian sekitar 27% dari seluruh fraktur tulang pada anak-anak di Swedia (Nelans *et al.*, 2012). Di Indonesia, belum terdapat data keseluruhan yang membahas mengenai kasus DRF. Namun, terdapat beberapa penelitian mengenai prevalensi kasus DRF pada beberapa rumah sakit di Indonesia. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syarif, 2012 diketahui bahwa pada RSUP. Haji Adam Malik Medan, terdapat 67 kasus DRF (Syarif, 2012).

Penanganan DRF dapat dilakukan dengan menggunakan plaster *cast* dan splint yang bertujuan untuk membatasi pergerakan serta kontraksi otot pada pergelangan tangan selama 4-6 minggu sehingga dapat mempertahankan posisi tulang pasca operasi (Chen *et al.*, 2017). Namun, penggunaan *cast* tradisional memiliki beberapa kekurangan diantaranya yakni kurangnya ventilasi udara yang menyebabkan tingginya tingkat kelembapan pada kulit dan kerap menimbulkan iritasi, serta

ukuran *cast* yang tidak pas juga menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengguna (Chen *et al.*, 2017). Hal ini disebabkan pada saat pemasangan *cast* ukuran tangan cenderung lebih besar akibat adanya pembengkakan pada area di sekitar pergelangan tangan. Namun perlahan pembengkakan tersebut akan mengecil dan menyebabkan ukuran *cast* menjadi longgar. Morbiditas yang berkaitan dengan penggunaan *cast* tradisional yang terbuat dari *plaster of paris* ini selain menimbulkan iritasi kulit juga dapat menyebabkan cedera pada tulang dan sendi serta menyebabkan penyatuan tulang tidak kembali kepada posisi semula (*malunion*) dengan tingkat komplikasi sebesar 31% (Chen *et al.*, 2017).

Cast adalah sebuah plaster yang terbuat dari *fiberglass* maupun plastik yang dililitkan pada seluruh area tubuh yang akan diimobilisasi (Nelson dan Blauvelt, 2015). Berkembangnya teknologi 3D *printing* memungkinkan pembuatan *cast* yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan penggunaanya (Keller *et al.*, 2020). Dilaporkan bahwa penggunaan 3D *printing* dalam bidang medis merupakan sebuah perkembangan yang sangat menunjang bidang ortopedi (Lin *et al.*, 2016). *Short arm cast* adalah jenis *cast* yang berfungsi untuk mengimobilisasi pergelangan tangan dan lengan bawah akibat DRF tanpa pergeseran. *Short arm cast* harus mampu untuk menahan gaya yang diberikan oleh lengan maupun gaya dari luar sehingga dapat mempertahankan posisi tulang. Selain itu, adanya ventilasi yang baik juga menjadi syarat pembuatan *short arm cast*. Namun, dalam proses produksi menggunakan teknologi 3D *printing* kerap kali mengalami kesulitan dan mengakibatkan tingkat akurasi hasil yang rendah (Pristiansyah *et al.*, 2019). Rendahnya tingkat akurasi ini tentu akan mempengaruhi baik kekuatan maupun kenyamanan yang diberikan oleh *cast*. Sehingga diperlukan desain dan simulasi dalam produksi *short arm cast* untuk menguji kekuatan serta tingkat kenyamanan pada *short arm cast*.

Metode simulasi yang dapat digunakan adalah metode *Finite Element Method* (FEM). Metode ini digunakan untuk menyimulasikan pembebanan yang diterima oleh *cast* (Chen *et al.*, 2020). Selain itu, juga digunakan metode *Finite Volume Method* (FVM) untuk menganalisis distribusi aliran udara maupun nilai suhu pada yang terbentuk antara *cast* dengan kulit (Moukalled *et al.*, 2016). Kedua nilai ini kemudian akan digunakan untuk menentukan indeks nilai *predicted mean vote* (PMV) dan *predicted percentage dissatisfied* (PPD), yang mengindikasikan tingkat

thermal comfort dan sensasi dari penggunaan *cast* (Mustahana, 2018). Metode FEM dan FVM akan membagi *short arm cast* menjadi bagian-bagian kecil (elemen) yang nantinya bagian ini akan merepresentasikan karakteristik material yang digunakan dalam *short arm cast* ini. Tingkat keakuratan simulasi yang dilakukan akan dipengaruhi oleh pembagian elemen pada *short arm cast* (Larson *et al.*, 2013; Moukalled *et al.*, 2016).

Penelitian mengenai desain *short arm cast* untuk kasus *distal radius fracture* telah dilakukan oleh Chen pada tahun 2017, Zhang pada tahun 2017 dan Rahmawan pada tahun 2018. Berdasarkan penelitian keduanya diketahui bahwa pemberian lubang-lubang ventilasi dapat meningkatkan kenyamanan pasien. Namun pada penelitian yang dilakukan, belum disampaikan bagaimana pengaruh pembebanan yang berbeda maupun sensasi termal yang akan dirasakan oleh pasien dalam desain dan simulasi *short arm cast*.

Berdasarkan pemaparan diatas, desain *short arm cast* yang akan dibuat berfokus untuk rehabilitasi pasien *distal radius fracture* dengan parameter-parameter yang akan diujikan selama simulai yakni pada aspek dimensi yang digunakan berupa ketebalan, diameter dan posisi lubang ventilasi pada *cast* serta pemilihan material. Simulasi dengan bantuan metode FEM dan FVM akan dilakukan untuk mengetahui bentuk respon dari desain *short arm cast* terhadap pembebanan, *fatigue analysis* dan *thermal comfort*. Sehingga diperoleh bentuk *short arm cast* yang tak hanya mampu membatasi pergerakan tulang dan kontraksi otot melainkan juga dapat meningkatkan kenyamanan penggunaanya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka penulis dapat merumuskan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh parameter ketebalan, diameter lubang-lubang ventilasi, jarak antara lubang-lubang ventilasi serta jenis material terhadap ketahanan *Short arm cast*?
2. Bagaimana pengaruh parameter diameter lubang-lubang ventilasi, jarak antara lubang-lubang ventilasi terhadap kenyamanan termal *Short arm cast*?

3. *Short arm cast* manakah yang sesuai digunakan untuk rehabilitasi pasien *distal radius fracture* dengan tingkat ketahanan dan kenyamanan yang optimal?

1.3 Batasan Masalah

1. Pembuatan solid model yang dibatasi oleh fitur pada Autodesk Fusion 360.
2. Data antropometri (data sekunder) yang berasal dari subjek penelitian dengan kondisi normal tanpa kelainan pada tulang radius.
3. Proses analisis mekanik dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan model berdasarkan nilai *safety factor*, sudut defleksi dan *bending stiffness*.
4. Proses analisis fluida dinamis dilakukan untuk mengetahui tingkat kenyamanan termal melalui nilai indeks PMV dan PPD pada rongga antara *short arm cast* dan permukaan kulit.
5. Material yang divariasikan adalah *Polylactic Acid* (PLA), *Polypropylene* (PP), *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS).
6. Parameter ketebalan divariasikan pada nilai 4 mm, 6 mm, 8 mm.
7. Parameter diameter lubang-lubang ventilasi divariasikan pada nilai 10 mm dan 13 mm.
8. Parameter jarak antara lubang-lubang ventilasi divariasikan pada nilai 20 mm dan 40 mm.
9. Simulasi yang dilakukan pada *short arm cast* melibatkan pembebanan pada area pergelangan tangan pada area anterior-posterior, posterior-anterior, medial-lateral, lateral-medial dengan besar gaya sebesar 100 N serta diberikan momen rotasi sebesar 1 Nm. Kemudian diberikan pembebanan sebesar 200 N dan 400 N dengan arah gaya medial-lateral.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh parameter jenis material, ukuran dan jarak antara lubang ventilasi serta ketebalan terhadap ketahanan *short arm cast*.
2. Mengetahui pengaruh parameter diameter lubang-lubang ventilasi, jarak antara lubang-lubang ventilasi terhadap kenyamanan *short arm cast*.
3. Mengetahui *short arm cast* dengan parameter yang sesuai untuk rehabilitasi pasien *distal radius fracture*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan sumbangsih pengetahuan terhadap teknologi rehabilitasi terutama mengenai *distal radius fracture*.
2. Menjadi pertimbangan dokter dalam mendesain *short arm cast* bagi pasien *distal radius fracture*.