

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menurut data *The Global Report on Road Safety* tahun 2015 yang dirilis oleh *World Health Organization* (WHO) Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki angka kecelakaan lalu lintas yang tinggi. Sebagian besar kecelakaan yang terjadi mengakibatkan patah tulang dan hal tersebut membuat tingginya permintaan *orthopedic implant*. Namun, alat implan yang beredar saat ini masih didominasi oleh produk impor yang harganya lebih mahal jika dibandingkan dengan produk lokal.

Hal tersebut membuat beberapa ahli di bidang ortopedik, manufaktur, dan material memanfaatkan teknologi di bidang medis yaitu dengan mengembangkan sebuah implan yang bertujuan untuk memperbaiki tulang patah pada tubuh manusia dengan harga yang lebih ekonomis, namun dengan kualitas yang mampu bersaing dengan produk impor. Material implan adalah salah satu perangkat medis yang dibuat khusus untuk membantu memperbaiki fungsi dari komponen tulang akibat kegagalan/kerusakan. Pemakaian alat implan pada tubuh manusia sebagai endoprostetik harus memiliki beberapa persyaratan, yaitu *biocompatible*, memiliki kekuatan dalam menahan beban, dan memiliki ketahanan korosi yang baik. Selain beberapa persyaratan yang telah disebutkan, material implan harus mempunyai sifat mekanis yang baik dan mudah di fabrikasi. Salah satu alat implantasi yang digunakan untuk mendukung struktur biologis yang rusak disebut dengan *Dynamic Compression Plate* (DCP).

Material yang umum digunakan untuk alat implan adalah *stainless steel*, *pure titanium alloy*, *cobalt base alloy* (Wibowo dan Setianingrum, 2015). Material berbahan *stainless steel* telah banyak digunakan pada dunia rekayasa material seperti di sektor industri dan biomedik. Dalam dunia medis *stainless steel* dikenal sebagai alat penyambung tulang karena mempunyai karakteristik yang *low cost maintenance*, *corrosion resistance*, *biocompatibility*, dan *high strength*. Jenis

stainless steel yang sering digunakan dalam pembuatan alat implan adalah 304, 316, dan 316L. Perbedaan dari SS 316 dan SS 316L adalah bahwa akhiran “L” di SS 316L merupakan singkatan dari *Low Carbon*. SS 316L termasuk kedalam jenis *austenitic stainless steel* dimana mengandung 2% hingga 3% *molybdenum* yang tidak dimiliki oleh tipe SS 304. *Molybdenum* menjadikan tipe SS 316L memiliki ketahanan yang lebih besar terhadap bentuk kerusakan (korosi).

Harga SS 316L yang lebih terjangkau dari pada *titanium alloy* dan memiliki ketahanan korosi yang lebih tinggi dibandingkan *stainless steel* 304. Akan tetapi, SS-316L memiliki kelemahan yaitu kekerasannya yang rendah dibandingkan dengan *titanium alloy* dan ketahanan lelah yang rendah. Oleh karena itu untuk mengatasi kekurangan tersebut diperlukan perlakuan permukaan (*surface treatment*) yang bertujuan agar meningkatkan sifat fisik dan mekaniknya.

Material SS-316L termasuk material yang bersifat tidak dapat diberi perlakuan panas (*hot working*), sehingga cara meningkatkan sifat mekanisnya dengan perlakuan mekanik (Dieter, 1988). Metode perlakuan permukaan seperti *shot peening*, *sand blasting*, *Surface Mechanical Attrition Treatment (SMAT)*, dan *electroplating* sangat bermanfaat untuk memaksimalkan sifat-sifat mekanis material. Pada penelitian yang telah dilakukan Sunardi (2013), dan Saputra (2015) menggunakan metode perlakuan *shot peening* untuk meningkatkan sifat mekanik implan yang berbahan SS-316L, dimana pada metode ini memiliki kelebihan yaitu pada material *steel ball* bisa digunakan material yang bermassa kecil, tidak banyak terpengaruh oleh gravitasi, dan tekanan material *steel ball* lebih bisa disesuaikan dengan mengatur tekanan udara pada kompresor (Sulaiman, 2016).

Shot peening merupakan proses penembakan butiran *steel ball* dengan tekanan dan kecepatan tinggi pada permukaan material secara merata dan berulang-ulang. Penambakan butiran bola-bola baja akan mengakibatkan tegangan sisa tekan dan lekukan kecil pada permukaan material yang akan membuat permukaan material tersebut terdeformasi plastis. Pengaruh proses *shot peening* di beberapa kondisi akan menjadikan permukaan material menjadi lebih kasar, meningkatkan kekerasan serta menjadikan permukaan tersebut suka air (*hydrophilic*). Pengerasan permukaan material yang diakibatkan oleh proses *shot peening* akan meningkatkan umur lelah

pada logam dan mengurangi laju rambat retak, karena pada umumnya kerusakan yang dialami oleh material sebagian besar bermula pada bagian permukaannya, yaitu dengan diawali retak halus pada permukaannya.

Perlakuan *shot peening* yang diberikan pada SS-316L biasanya berbentuk plat dan tidak mengalami proses pembentukan. Beberapa peneliti yang telah melakukan penelitian tentang perlakuan *shot peening* pada material biomedik plat penyambung tulang berbahan SS AISI 304 yang dipadukan dengan perlakuan *electroplating* Ni-Cr untuk meningkatkan ketahanan korosinya (Sunardi, 2013), perlakuan *shot peening* pada *dynamic compression plate* berbahan SS-316L dengan variasi tekanan penyemprotan terhadap kekerasan mikro, kekasaran permukaan, dan struktur mikro (Saputra, 2015), perlakuan *shot peening* dengan beberapa parameter yang berbeda pada SS AISI 304 terhadap struktur mikro, kekasaran permukaan, dan kekerasan pada material biomedik plat penyambung tulang (Syahrudiyanto dkk, 2016), perlakuan *shot peening* dengan variasi waktu penembakan pada material implan AISI 304 terhadap struktur mikro dan kekerasan permukaannya (Wibowo dkk, 2016), rekayasa perlakuan *shot peening* pada material biomedik plat penyambung tulang berbahan SS-316L untuk meningkatkan sifat mekanis dan *wettability* nya (Nugroho dan Sunardi, 2017). Dari penelitian diatas sebagian besar spesimen yang digunakan masih berbentuk plat, sedangkan untuk spesimen yang berbentuk DCP masih sangat jarang digunakan.

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengaruh yang ditimbulkan akibat perlakuan *shot peening* pada DCP terhadap sifat mekanik dan sifat fisiknya terutama pada kekuatan *bending*. *Dynamic compression plate* (DCP) atau plat penyambung tulang dalam penelitian ini didesain untuk tulang kering pada bagian kaki atau dalam dunia medis disebut dengan *tibia*. Pembuatan DCP ini disesuaikan dengan sifat material yang diperlukan dan struktur tulang rata-rata pada orang Indonesia.

1.2. Perumusan Masalah

Dalam penelitian ini akan dilakukan proses perlakuan *shot peening* yang kemudian dilakukan proses *drilling* pada DCP SS-316L terhadap beberapa struktur

mikro, kekasaran permukaan, *wettability*, kekerasan, ketebalan dan perubahan ukuran geometri *drilling* benda uji yang ditimbulkan karena adanya variasi diameter *steel ball* dalam penembakan. Adapun rincian rumusan masalah yang didapatkan berdasar latar belakang yang telah diuraikan adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi diameter *steel ball* pada perlakuan *shot peening* sebelum *drilling* terhadap ketebalan dan perubahan ukuran geometri *drilling* pada *dynamic compression plate stainless steel 316L*?
2. Bagaimana pengaruh variasi diameter *steel ball* pada perlakuan *shot peening* sebelum *drilling* terhadap kekasaran dan *wettability* pada *dynamic compression plate stainless steel 316L*?
3. Bagaimana pengaruh variasi diameter *steel ball* pada perlakuan *shot peening* sebelum *drilling* terhadap struktur mikro, dan kekerasan permukaan pada *dynamic compression plate stainless steel 316L*?

1.3. Batasan Masalah

1. Material *Dynamic Compression Plate* adalah *stainless steel 316L* dengan ketebalan plat awal 4 mm.
2. Proses perlakuan penembakan *shot peening* terhadap tekanan udara dianggap konstan.
3. *Dynamic Compression Plate* ini didesain untuk menyambung tulang kering (*Tibia*).

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang dikaji dalam penelitian ini diantaranya adalah:

1. Menganalisa pengaruh variasi diameter *steel ball* pada penembakan *shot peening* sebelum perlakuan *drilling* terhadap ketebalan dan perubahan geometri *drilling* pada *dynamic compression plate (DCP)* berbahan *stainless steel 316L*.
2. Mengetahui pengaruh variasi diameter *steel ball* pada perlakuan *shot peening* sebelum perlakuan *drilling* terhadap kekasaran permukaan dan

wettability pada *dynamic compression plate* (DCP) berbahan *stainless steel 316L*.

3. Mengetahui pengaruh variasi diameter *steel ball* pada perlakuan *shot peening* sebelum perlakuan *drilling* terhadap struktur mikro, dan kekerasan permukaan pada *dynamic compression plate stainless steel 316L*.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memiliki beberapa manfaat diantaranya:

1. Hasil penelitian dapat dijadikan referensi dalam dunia *orthopedic* untuk pengembangan plat penyambung tulang.
2. Memberikan rujukan dalam solusi plat penyambung tulang yang berkualitas namun tetap dengan harga ekonomis.
3. Menghasilkan data penelitian tentang variasi diameter *steel ball* penembakan *shot peening* sebelum perlakuan *drilling* terhadap struktur mikro, kekasaran permukaan, kekerasan, *wettability*, ketebalan dan perubahan geometri *drilling* pada DCP berbahan SS-316L.