

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fraktur merupakan penyebab kematian ketiga di Indonesia setelah penyakit jantung koroner dan *tuberculosis*. Fraktur disebabkan oleh syok atau tenaga fisik, kecelakaan, kecelakaan kerja maupun kecelakaan lalu lintas (Noorisa et al., 2017). Karena patah tulang merupakan ancaman potensial atau nyata bagi integritas seseorang, maka mereka mengalami gangguan *fisiologis* dan *psikologis* yang dapat menimbulkan reaksi berupa rasa sakit. Nyeri operasi fraktur membuat pasien sulit menjalani kehidupan sehari-hari. Nyeri traumatik akibat patah tulang yang merusak jaringan struktur kesehatan tubuh (Kusumayanti, 2015)

Kerangka atau tulang merupakan penunjang tubuh. Tubuh pasti tidak bisa tetap tegak tanpa adanya tulang. Tulang mulai berkembang di dalam rahim dan berlangsung secara teratur sampai ke dekade kedua. Tulang merupakan jaringan hidup alami yang membutuhkan fase organik dimana kalsium terdiri kristal tertanam fase anorganik. Tulang terbentuk dari unsur bahan yang terdiri dari 60% mineral, 10% air dan 30% *matriks*, kalogen merupakan kalogen tulang terbesar yang berkewajiban untuk kekuatan tarik. kalsium fosfat adalah faktor tulang yang memberikan kekuatan tekan pada jaringan tulang. Tulang kanselus (*trabekular*) dan kompak (*cortical*) merupakan dua jenis jaringan tulang. (Kane & Ma, 2013). Tulang biasanya mengalami kerusakan organ yang meluas, karena kecacatan trauma, penyakit dan juga bisa disebabkan oleh *osteoporosis*. *Osteoporosis*, patah tulang dan kerusakan tulang yang dapat mempengaruhi jaringan tulang tubuh manusia dan membutuhkan perawatan untuk meningkatkan penyembuhan jaringan, termasuk rekonstruksi dan penggantian (O'Brien, 2011).

Pengobatan ortopedi pada dasarnya terpusat pada pencangkokan tulang (*bone graft*). Pencangkokan tulang memiliki beberapa kategori yaitu *allograft*, *autograft* dan *xenograft*. *Allograft* adalah pencangkokan yang mengambil dari satu orang ke orang lainnya, *autograft* adalah pencangkokan dengan mengambil dari bagian tubuh pasien, *xenograft* adalah pencangkokan yang dilakukan dengan mengambil dari spesies lain, meskipun metode ini sudah sering dilakukan namun metode tersebut masih memiliki kekurangan misal, *allograft* memiliki resiko penolakan

atau ketidakcocokan pada imun tubuh pasien, resiko infeksi atau penyebaran penyakit dari pendonor ke pasien dan keterbatasan pada jumlahnya. Pada metode *autograft* sendiri memiliki kendala pada saat pengambilan cangkok, biaya yang relatif mahal, meningkatkan resiko akan kehilangan darah, meningkatkan resiko infeksi karena pemindahan cangkok yang tidak steril dan menambah waktu anestesi yang menyebabkan keterlambatan penanganan. Untuk *xenograft* memiliki kendala pada tidak adanya sifat osteokonduksi sehingga menyebabkan jaringan baru tidak dapat berkembang didalam tulang yang telah melakukan pencangkokan. Karena itu metode rekayasa jaringan (*tissue engineering*) merupakan solusi dalam pengobatan dan perbaikan tulang. (O'Brien,2011).

Metode rekayasa jaringan sudah berhasil meningkatkan kemampuan regenerasi tulang melewati *scaffold* yang telah didesain sebagai pemicu pertumbuhan jaringan baru pada tulang. Metode ini telah memberikan sistem pertumbuhan dan perbaikan tulang yang sangat terjaga dikarenakan *scaffold* telah dirancang menggunakan material yang bersifat bebas racun (*non-toxic*) dan bisa mendukung aktivitas pertumbuhan jaringan tulang (*biokompatibilitas*), dan juga *scaffold* dirancang sedemikian rupa menyerupai jaringan tulang asli yang memiliki struktur tulang berpori, sehingga mempunyai kemampuan osteokonduktivitas yang dapat memungkinkan nutrisi dan sel pembentuk tulang (*osteoblast*) dapat berkembang dan menempel di dalam pori-pori. *Scaffold* tulang dirancang agar mempunyai sifat mekanis yang hampir sama dengan tulang asli dan bersifat bioresorbabilitas sehingga *scaffold* dapat terdegradasi dengan adanya bentuk dari tulang baru, dan tidak diperlukannya lagi tindakan operasi (pengangkatan implan) (Bose et al., 2012).

Teknologi *additive manufacturing* merupakan teknologi berkembang yang diluncurkan pada tahun 1980 (Kruth et al., 1998 dalam Gibson,2015). Teknologi *additive manufacturing* (AM) adalah istilah yang diformalkan untuk apa yang dulu disebut dengan *rapid prototyping* dan apa yang populer disebut dengan pencetakan 3D (Gibson 2015:1). Teknologi *additif manufaktur* atau biasa disingkat AM adalah teknologi canggih dimana sebuah produk diproduksi dengan membangun bahan lapisan tipis dari desain tiga dimensi digital (3D) yang di

ciptakan menggunakan perangkat lunak desain bantuan komputer canggih (Achills,2014).

Teknologi *additive manufacturing* pada pertengahan 1980-an, banyak aplikasi yang mendapat manfaat dari pemrosesan produk yang lebih cepat tanpa peralatan khusus. Namun, penerapan penerapan dibidang perngkat biomedis kriteria yang ketat dan kekhawatiran terkait dengan reproduktif dan kualitas, ketika teknologi baru sedang dalam masa uji coba, namun penggunaan teknologi *additive manufacturing* dalam rekayasa jaringan tulang sudah berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Diantara opsi tehnologi yang berbeda , mesin cetak 3D menjadi sangat populer karena kemampuannya yang langsung mencetak *scaffold* dengan bentuk yang dirancang dan porositas yang saling berhubungan satu sama lain. (Bose et at,2013).

Metode rekayasa tulang umumnya menggunakan material antara lain adalah sintetis, polimer alami, atau keramik bioaktif, keramik, komposit polimer (Berger et al.,2004). Bahan logam yang biasanya digunakan terdiri dari paduan titanium, *stainles steel* dan *cobalt-chromuim* yang berbasis perpaduan untuk memberika peran yang sangat penting dalam fraksasi fraktur tulang. Sekarang ada biomaterial yang mampu melepas ion berbahaya dan memiliki kemungkinan terjadinya peradangan terhadap jaringan yang berada di sekitar implan karena partikel mendapat proses biodegradasi dan juga keausan. Fabrikasi implan yang sangat rumit dan memiliki ukuran kecil maka dibutuhkan fabrikasi menggunakan pencetakan mesin 3D. *Polilatic acid* (PLA) sering digunakan dalam bidang medis, digunakan sebagai bahan jahitan, untuk fraksasi dan rekonstruksi tulang, untuk perangkat pengiriman obat, paduan regenerasi saraf, dan rekonstruksi ligamen. Karena memiliki *kompatibilitas* yang sangat baik, *bioabsorbabilitas*, dan bisa *terdegradasi* didalam tubuh manusia (Giordano et al.,1997).

Metode atau pendekatan *taguchi* adalah teknik ilmiah yang digunakan untuk meningkatkan atau merekayasa efisiensi sebagai kualitas tinggi barang di buat melalui penelitian yang dapat diproduksi dengan biaya yang relatif rendah dan dengan cepat. Pendekatan taguchi adalah metode desain teoritis berubah tanpa meminimalkan pemicu dengan mengurangi hasil variasi. Pendekatan ini bisa

dilakukan untuk mencapai nilai optimal dengan mengoptimalkan produk dan desain (Wahjud et al.,2001).

Proses optimasi Menurut (Budi santosa,2017) pengertian optimasi bisa di jelaskan sebagai suatu kumpulan formula matematis dan metode numerik untuk menentukan dan mengidentifikasi kandidat terbaik dari sekumpulan alternatif tanpa harus secara eksplisit mengilang dan mengevaluasi semua alternatif yang mungkin. Menurut (Jhonson,2009) optimasi merupakan suatu cara menyangkut beberapa etnitas secara efisien. Mengetahui proses optimasi yang dilakukan selama ini adalah melakukan penelitian untuk mengetahui tekanan dari dari material PLA tersebut. Penelitian yang pernah dilakukan lebih menekankan pada pengujian tarik, sedangkan tekanan tekan masih jarang di lakukan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana mendapatkan nilai optimal parameter proses mesin 3D printing *bone scaffold* terhadap keakurasian dimensi (*high layer, line width, printing temperatur dan printing speed*).

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut

1. Jenis mesin 3D printing yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *fused deposition modeling* (FDM)
2. Variabel yang harus di penuhi meliputi variabel bebas,variabel terikat dan variabel kontrol
3. Variabel terikat yang harus di penuhi meliputi keakurasian dimensi (X,Y,Z), porositas dan porsize
4. Filamen yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah filamen *polilactic acid* / PLA
5. Subjek dalam penelitian ini adalah *bone scaffold* dengan dimensi 12,7x12,7x25,4mm dengan porositas 60%.

1.4 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mendapatkan parameter proses yang optimal bagi mesin 3D printing dalam hal akurasi dimensi menggunakan material PLA/ *pololatic acid* dengan dimensi 12,7x12,7x25,4mm dengan porositas 60%.

