

Hanin Fairuzzahra. 081611333073, 2020. Studi Sifat Mekanik 3D Printing Pedicle Screw Berpasta Injectabel Bone Substitute (IBS). Skripsi ini di bawah bimbingan Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si. dan Dr. Ir. Aminatun, M.Si., Program Studi Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Indonesia berada pada peringkat kedua jumlah kasus penderita tuberkulosis terbanyak dunia. *Spinal tuberculosis* merupakan salah satu penyakit tuberkulosis yang menyerang tulang belakang dan mengakibatkan gangguan pada sistem saraf serta kelumpuhan yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Penelitian ini bertujuan untuk mengkombinasikan pedicle screw hasil 3D printing dengan sintesis *Injectable Bone Substitute* (IBS). Empat variasi *pedicle screw* (45 mm tanpa pori, 45 mm berpori, 35 mm tanpa pori dan 35 mm berpori) dicetak dengan bahan filament *Polyactide Acid* (PLA) menggunakan 3D printing dengan teknik FDM. Pasta IBS disintesis dengan mencampur streptomisin, hidroksiapatit (HA), hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) dan gelatin. Hasil uji FTIR IBS menunjukkan sampel mengandung gugus fungsi khas dari penyusunnya, yaitu stretching C-H dari PLA, eter dari streptomisin, PO_4^{3-} dari HA, stretching C-OH dari HPMC dan amina dari gelatin. Hasil uji morfologi menunjukkan perbedaan ukuran pori sebelum dan sesudah dicetak 0,71 - 0,95 mm dan 0,81 - 0,95 mm untuk ukuran 45 mm. Untuk 35 mm sebesar 0,52 - 0,92 mm dan 0,69 - 0,86 mm. Hasil dari uji puntir yaitu modulus puntir yang paling mendekati sifat titanium pada umumnya yaitu ada pada 45 mm tanpa pori yaitu $(22,22 \pm 1,807) \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ untuk yang tanpa pasta IBS dan untuk yang berpasta IBS ada pada 35 mm berpori yaitu $(34,95 \pm 18,230) \times 10^{10}$. Hasil uji *pull out* yaitu gaya yang paling mendekati literatur untuk tanpa pasta IBS dan berpasta IBS berada pada sampel 45 mm tanpa pori dengan nilai $29,91 \pm 1,083 \text{ N}$ dan $44,63 \pm 6,800 \text{ N}$. Hasil uji *bending* yaitu tegangan *bending* yang paling mendekati ada pada 45 mm tanpa pori yaitu $1,60 \pm 0,249 \text{ N/mm}^2$, untuk tanpa pasta IBS dan dilapisi pasta IBS pada 45 mm berpori yaitu $0,023 \pm 0,004 \text{ N/mm}^2$.

Kata kunci: *Spinal tuberculosis*, *pedicle screw*, 3d printing, IBS, uji puntir, uji *pull out*, uji *bending*.

Hanin Fairuzzahra. 081611333073, 2020. Study of Mechanical Properties of 3D Printing Pedicle Screw with Injectable Bone Substitute (IBS) Paste. This thesis is under guidance of Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si. and Dr. Ir. Aminatun, M.Si., Physics Study Program, Physics Department, Faculty of Science and Technology, Airlangga University.

ABSTRACT

Indonesia is in second place for the number of tuberculosis cases in the world. Spinal tuberculosis is a tuberculosis disease that attacks the spine and causes disorders of the nervous system and paralysis caused by the Mycobacterium tuberculosis bacteria. This study aims to combine 3D printed pedicle screw with Injectable Bone Substitute (IBS) synthesis. Four variations of the pedicle screw (45 mm without pores, 45 mm porous, 35 mm without pores, and 35 mm porous) were printed with Polyactide Acid (PLA) filament material using 3D printing with FDM technique. IBS paste was synthesized by mixing streptomycin, hydroxyapatite (HA), hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), and gelatin. The IBS FTIR test results showed that the sample contained the typical functional groups of its constituents, namely stretching C-H from PLA, ether from streptomycin, PO_4^{3-} from HA, stretching C-OH from HPMC and amines from gelatin. The results of the morphological test showed that the difference in pore size before and after printing was 0,71 – 0,95 mm and 0,81 – 0,95 mm for the size of 45 mm. For 35 mm it is 0,52 – 0,92 mm and 0,69 – 0,86 mm. The result of the torsion test is the torsion modulus that is closest to the properties of titanium in general, which is at 45 mm without pores, namely $(22,22 \pm 1,807) \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ for those without IBS paste and those with IBS paste at 35 mm porous which is $(34,95 \pm 18,230) \times 10^{10} \text{ N/m}^2$. The result of the pullout test with force closest to the literature for without IBS paste and with IBS paste both in a 45 mm sample without pores with a value of $29,91 \pm 1,083 \text{ N}$ and $44,63 \pm 6,800 \text{ N}$. The results of the bending test were the closest bending stress at 45 mm without pores, namely $1,60 \pm 0,249 \text{ N/mm}^2$. for without IBS paste and coated with IBS paste at 45 mm porous, namely $0,023 \pm 0,004 \text{ N/mm}^2$.

Key words: Spinal tuberculosis, pedicle screw, 3d printing, IBS, torsion test, pull-out test, bending test.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmatnya, shalawat serta salam dilimpahkan pada junjungan Nabi Muhammad SAW sehingga naskah skripsi dengan judul “**Studi Sifat Mekanik 3D Printing Pedicle Screw Berpasta Injectabel Bone Substitute (IBS)**” dapat diselesaikan dengan lancar. Penyelesaian naskah skripsi ini disusun sebagai syarat kelulusan mata kuliah skripsi Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Mamah dan Ayah yang sangat saya cintai, yang selalu sabar dalam menyayangi, mendukung, membimbing, melepas penat dan merupakan tujuan dan penyemangat hidup penulis. Kedua kakak penulis tersayang yang selalu bersikap sebagai panutan penulis dan keluarga besar penulis yang selalu mendoakan kebahagiaan penulis.
2. Ibu Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si., selaku pembimbing I yang sangat – sangat membantu penulis dalam proses mengerjakan skripsi, bersedia membimbing, memotivasi, memberikan arahan dan saran dengan baik kepada penulis dengan penuh kesabaran hingga akhir.
3. Ibu Dr. Ir. Aminatun, M.Si., selaku pembimbing II yang bersedia memberikan arahan dan saran yang baik kepada penulis.
4. Bapak Drs. Siswanto, M.Si., selaku penguji I yang memberikan masukan dan saran yang membangun dalam proses skripsi ini.
5. Ibu Prof. Dr. Retna Apsari, M.Si., selaku penguji II yang memberikan masukan dan saran yang sangat detail dalam proses skripsi ini.
6. Seluruh dosen S-1 Fisika Universitas Airlangga atas ilmu yang diberikan kepada penulis selama ini.
7. Seluruh staff dan laboran Departemen Fisika atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama ini.
8. Ani sepupuku yang selalu membenarkan daftar pustaka penulis.

9. Yuni dan Yanti selaku teman kuliah terklop yang penulis sayangi, yang menemani saat suka dan duka selama kuliah di Fisika.
10. Aza sebagai teman kuliah yang merangkap menjadi teman makan malam dan tempat aduan disaat bosan.
11. Friska yang mengajari cara memahami FTIR dari 0 sampai lancar.
12. Tsurayya yang membantu penulis dalam proses revisi.
13. Teman-teman fisika lainnya yang selalu mendengarkan ketidak jelasan penulis disaat penulis sedang tidak seperti dirinya sendiri.
14. Teman-teman smp dari kelas 8 yang masih erat hubungannya, yang menjadi penghilang rasa penat dan teman sma penulis yang selalu mengajari penulis untuk tidak terlalu membebankan diri atas pemikiran penulis yang kurang positif.
15. Beberapa kakak tingkat tekno biomedik yang tidak pernah penulis temui yang telah menjadi inspirasi penulis untuk mengerjakan tugas akhir.
16. Para akun *youtube* yang tidak penulis kenal yang sangat membantu dalam mendesain pedile screw dari awal sampai akhir.

Penulis juga menyadari naskah ini masih memiliki banyak kekurangan. Kritik dan saran yang membangun akan membantu penulis dalam menjadikan naskah ini menjadi lebih baik lagi. Semoga naskah skripsi ini dapat bermanfaat di masa mendatang.

Surabaya, 16 Januari 2021

Penulis.