

## INTISARI

*External fixation* adalah suatu perangkat yang ditempatkan di luar *soft tissue* untuk menstabilkan posisi *fracture* tulang melalui *pin* yang dihubungkan dengan satu atau lebih batang. *External fixation* diaplikasikan untuk penanganan kasus *fracture* pada tulang dengan keadaan *soft tissue* rusak atau yang sering disebut *open fracture*. Kasus *open fracture* sering terjadi pada tulang tibia akibat dari kecelakaan lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan desain, prototipe, dan data uji prototipe *external fixation* untuk tulang tibia.

Tahap-tahap penelitian ini meliputi perancangan, proses manufaktur prototipe, dan pengujian prototipe *external fixation* untuk tulang tibia. Perancangan dilakukan dengan *3D modeling* menggunakan software Autodesk Inventor 2014 dan simulasi pengujian menggunakan ABAQUS 6.11-1. Perancangan berguna untuk merencanakan proses manufaktur dan memprediksi kekuatan prototipe *external fixation*. Proses manufaktur prototipe dilakukan dengan menggunakan mesin CNC 2 aksis dan CNC 3 aksis. Pengujian prototipe dilakukan dengan menggunakan standar ASTM F 1541-02.

Hasil penelitian ini meliputi desain (model 3D, kekuatan, dan kekakuan), prototipe, dan data hasil uji prototipe *external fixation* untuk tulang tibia. Desain 3D meliputi *rod* 14 cm, *rod* 28 cm, *pin*, *clamp*, *ring*, dan struktur. Berdasarkan simulasi uji tekan, *rod* 14 cm berkekuatan 332 N dengan kekakuan 415 N/mm, *rod* 28 cm mempunyai kekuatan 245 N dengan kekakuan 245 N/mm, desain *ring* mempunyai kekuatan 270 N dengan kekakuan 270 N/mm, dan struktur *external fixation* mempunyai kekakuan 114 N/mm. Berdasarkan simulasi uji bending, *pin* mempunyai kekuatan 177 N dengan kekakuan 737 N/mm. Berdasarkan simulasi uji puntir, *pin* mempunyai kekuatan 2690 Nmm dengan kekakuan 44833 Nmm/rad. Berdasarkan simulasi uji tarik, *clamp* mempunyai kekuatan 34 N dengan kekakuan 136 N/mm. Desain 3D tersebut digunakan sebagai acuan manufaktur prototipe. Pengujian komponen dan struktur prototipe menggunakan 3 benda uji. Kekuatan uji tekan *rod* 14 cm sebesar 324 N, 310 N, dan 324 N dengan kekakuan 405 N/mm, 385 N/mm, dan 360 N/mm; *rod* 28 cm sebesar 240 N, 248 N, dan 230 N dengan kekakuan 300 N/mm, 248 N/mm, dan 230 N/mm; *ring* sebesar 292 N, 276 N, dan 280 N dengan kekakuan 365 N/mm, 345 N/mm, dan 350 N/mm; dan struktur *external fixation* memiliki kekakuan 149 N/mm, 122 N/mm, dan 137 N/mm. Kekuatan uji bending *pin* sebesar 152 N, 176 N, dan 174 N dengan kekakuan 608 N/mm, 586 N/mm, dan 580 N/mm. Kekuatan uji puntir *pin* sebesar 2450 Nmm, 2450 Nmm, dan 2450 Nmm dengan kekakuan 30625 Nmm/rad, 30625 Nmm/mm, dan 27222 N/mm. Kekuatan uji tarik *clamp* sebesar 40 N, 43 N, dan 44 N dengan kekakuan 160 N/mm, 172 N/mm, dan 176 N/mm.

**Kata Kunci:** *External fixation*, *Open fracture*, Tulang tibia

## ABSTRACT

External fixation is a device that is placed outside the soft tissue to stabilize the position of bone fractures through pin that is connected with one or more rods. External fixation is applied on bone fracture cases with soft tissue damage or often called as open fracture. Open fracture cases often occur in open fractures of the tibia bone as a result of traffic accidents. This research purpose is to get design, prototype, and data test of external fixation prototype for tibia.

Steps of this research are designing, prototype manufacturing, and testing. The design is conducted using 3D modeling of Autodesk Inventor 2014 software and simulation using ABAQUS 6.11-1. The design is used to plan <sup>manufacturing</sup> process and to predict the strength of an external fixation prototype. Prototype manufacturing process is conducted using CNC machine 2 axis and 3 axis. Prototype testing is conducted using ASTM F 1541-02 standard.

The results of this research consist of design (3D model, strength, and stiffness), prototype, and testing data of external fixation prototype for tibia. 3D Designs encompass rod of 14 cm, rod of 28 cm, pin, clamp, ring, and structure. Based on the simulation of pressing test, it can be seen that rod of 14 cm has strength 332 N and stiffness 415 N/mm, rod of 28 cm has strength 245 N and stiffness 245 N/mm, the design of the ring has strength 270 N and stiffness 270 N/mm, and the structure of external fixation has stiffness of 114 N/mm. Based on the simulation of bending test, the pin has strength 177 N with stiffness 737 N/mm. Based on the simulation of twisting test, pin has strength 2690 Nmm with stiffness 44833 Nmm/rad. Based on the simulation of tensile test, clamp has strength 34 N with stiffness 136 N/mm. 3D design is used as a reference of prototype manufacturing. Components and prototype structure testing is conducted using three experimental specimens. Pressing data result are rod 14 cm has strength 324 N, 310 N, and 324 N with stiffness 405 N/mm, 385 N/mm, and 360 N/mm; rod 28 cm has strength 240 N, 248 N, and 230 N with stiffness 300 N/mm, 248 N/mm, and 230 N/mm; ring has strength 292 N, 276 N, and 280 N with stiffness 365 N/mm, 345 N/mm, and 350 N/mm; and the structure of external fixation has stiffness 149 N/mm, 122 N/mm and 137 N/mm. The bending test are pin has strength 152 N, 176 N, and 174 N with stiffness 608 N/mm, 586 N/mm, and 580 N/mm. The twisting test are pin has strength 2450 Nmm, 2450 Nmm, and 2450 Nmm with stiffness 30625 Nmm/rad, 30625 Nmm/mm, and 27222 N/mm. The tensile test are clamp has strength 40 N, 43 N, and 44 N with stiffness 160 N/mm, 172 N/mm, and 176 N/mm.

**Keywords:** External fixation, Open fracture, tibia