

DESAIN DAN ANALISIS KEKUATAN *CLAMP EXTERNAL FIXATION* UNTUK TULANG TIBIA DENGAN METODE *FINITE ELEMENT*

Krisdiyanto¹, Suyitno²

¹ Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin – Universitas Gadjah Mada

² Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Gadjah Mada

Keywords :

Clamp
External Fixation
Finite Element Analysis
Tibial Bones

Abstract :

An external fixation is a device placed outside the skin which the bone fragments through wires or pins connected to one or more longitudinal bars. One of external fixation part is clamp that is used to connect rods and pins. Clamp design must be tested. Testing standard and material specification for external fixation is ASTM F 1541-02. Testing method can be used finite elements analysis software. Result of this test can show the strenght of this devices before real testing. Axial force that use to make this clamp enter to yield condition is 70,8 N. Displacement of input platen is 0,1473 mm

PENDAHULUAN

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. Perangkat tersebut mempunyai tiga komponen utama berupa *pin*, *clamp*, dan *rod* (Rüedi, 2000).

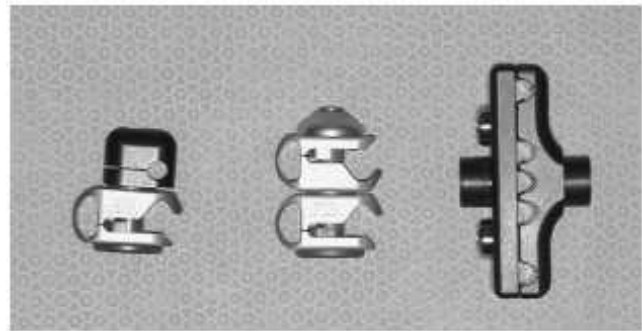
External fixation dipakai untuk penanganan kasus *fracture* pada tulang dengan keadaan *soft tissue* rusak atau yang sering disebut *open fracture*. Proses perawatan *open fracture* mempunyai tujuan utama mengembalikan kondisi tulang tersambung seperti kondisi semula dan mencegah infeksi pada *soft tissue* yang rusak. Pemakaian *external fixation* mempunyai keuntungan suplai darah pada daerah *fracture* tidak terlalu terganggu sehingga proses penyembuhan *fracture* dan *soft tissue* bisa berlangsung relatif cepat (Rüedi, 2000).

Komponen utama dari *external fixation* yaitu *pin* atau *wire*, *clamp*, dan *rod*. Pada tahun 1952 Professor Gavril A. Ilizarov dari Siberia menambahkan sebuah komponen pada *external fixation* yang disebut *ring* (Moss, 2007).

Clamp berfungsi sebagai penghubung *pin* atau *wire* dengan *rod*. Desain *clamp* mempunyai bentuk bervariasi. Beberapa desain *clamp* bisa menghubungkan beberapa *pin* atau *wire* sekaligus (Moss, 2007).

Open fracture pada tulang tibia merupakan kasus yang sering terjadi pada kecelakaan lalu lintas. Kasus tersebut paling banyak dibandingkan yang terjadi pada tulang panjang yang lain (Xu, 2014). Kesalahan dalam penanganan kasus *open fracture* pada tulang tibia bisa mengakibatkan tidak tersambungnyanya *fracture* atau *nonunion*. Selain itu akibat lain dari kesalahan penanganan *open fracture* yaitu

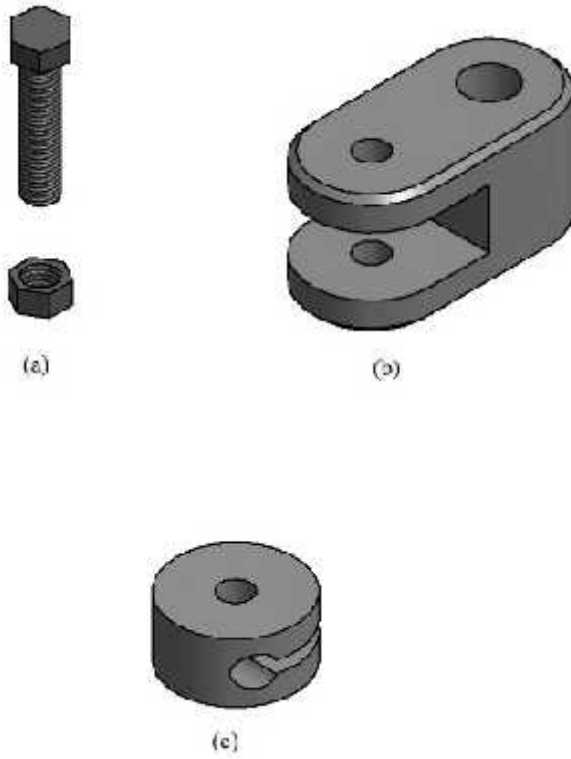
pembusukan pada *soft tissue* harus dilakukan amputasi. Salah satu penyebab kegagalan proses penyembuhan *open fracture* dengan perangkat *external fixation* yaitu perangkat tersebut tidak cukup kuat dan stabil (Rüedi, 2000).



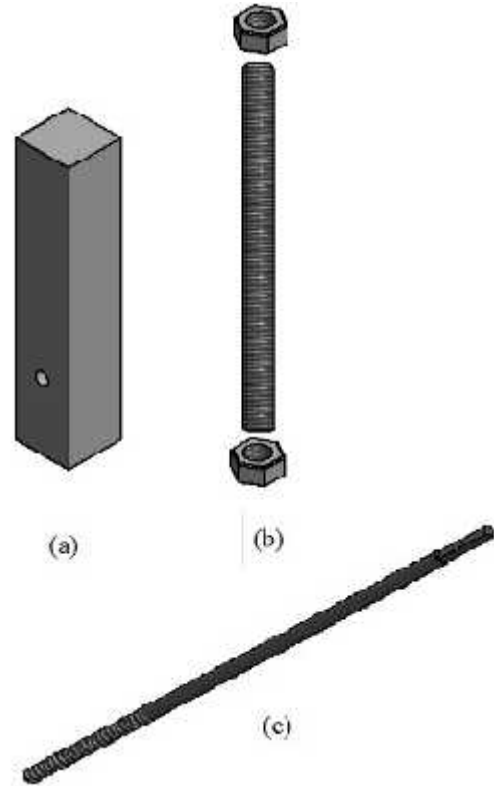
Gambar 1. Beberapa bentuk *clamp* (Moss, 2007)

METODOLOGI PENELITIAN

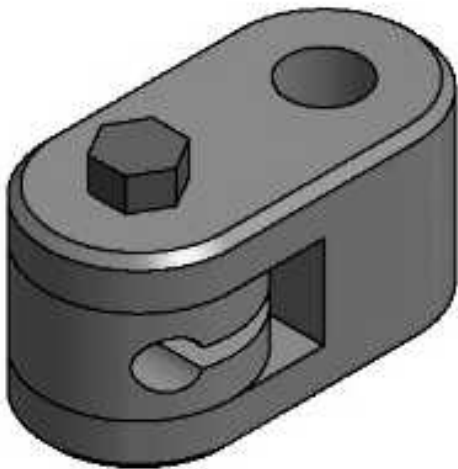
Perancangan bentuk 3D komponen-komponen *clamp external fixation* menggunakan software CAD. *Clamp external fixation* terdiri dari tiga *part* yaitu pencekam *rod*, pencekam *pin*, dan pengunci. dapat dimanufaktur. Komponen-komponen yang berupa pencekam *rod*, pencekam *pin*, baut, dan nut di-assembly sesuai dengan skema yang ditetapkan pada standar uji ASTM 1541-02. Skema pengujian tersebut tersaji pada Gambar 5. Skema pengujian *clamp external fixation* membutuhkan komponen tambahan berupa *pin*, *rod*, dan *input platen*. Hasil *assembly* disimpan dalam format *parasolid* (.x_t). Simulasi pembebanan memakai software berbasis *finite element*. File *assembly* berformat *parasolid* di-import ke software berbasis *finite element*. Simulasi pembebanan dilakukan untuk memprediksi kekuatan dan kestabilan desain *clamp external fixation*.



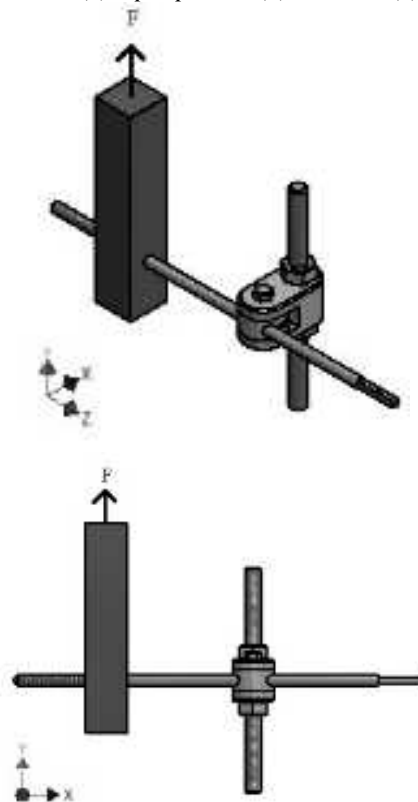
Gambar 2 (a) pengunci, (b) pencekam rod, dan (c) pencekam pin



Gambar 4 (a) input platen, (b) rod, dan (c) pin



Gambar 3 Clamp External Fixation



Gambar 5 Skema pengujian clamp

Clamp didesain dengan menggunakan material yang sesuai standar ASTM F 1541-02.

Tabel 1 Daftar material

	Material
Pengunci	Stainless Steel 316 L (ASTM F 138)
Pencekam rod	Stainless Steel 316 L (ASTM F 138)
Pencekam pin	Stainless Steel 304 (ASTM 138)
Input Platen	Stainless Steel 304 (ASTM A 666)
Rod	Stainless Steel 304 (ASTM A 666)
Pin	Stainless Steel 304 (ASTM 138)

Kekakuan struktur dihitung dengan menggunakan rumus:

$$C = F/y \quad (1)$$

dimana :

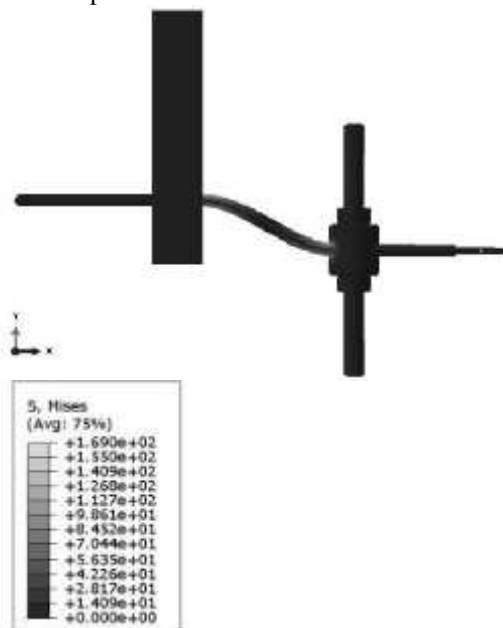
F = gaya (N)

y = displacement arah sumbu y (mm).

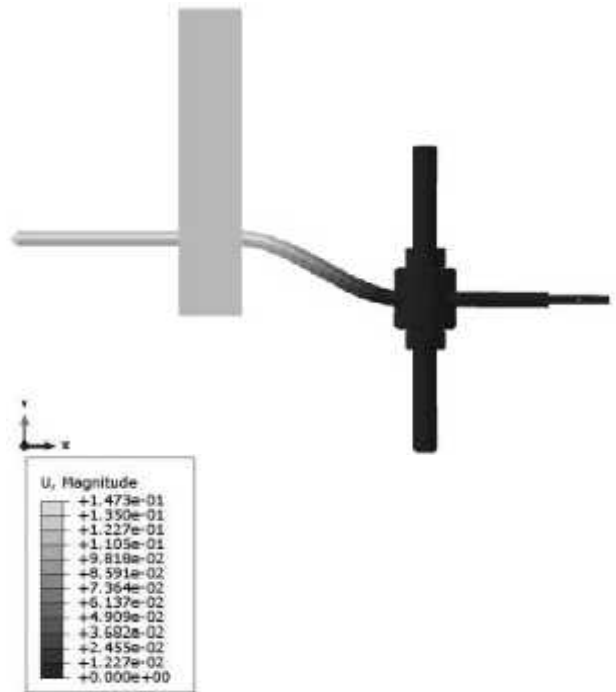
Displacement yang dihitung merupakan tempat gaya diberikan (Pervan, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gaya yang diberikan pada *input platen* menyebabkan terjadi distribusi tegangan pada struktur. Gaya diberikan sampai ada bagian dari struktur tersebut hampir mengalami luluh. Gaya sebesar 70,8 N diberikan pada struktur menyebabkan bagian *pin* yang tersambung pada *input platen* mengalami tegangan sebesar 169 Mpa.



Gambar 6 Distribusi tegangan



Gambar 7 Displacement arah y

Displacement arah sumbu y yang terjadi pada struktur yang dibebani 70,8 N sebesar 0,1473 mm. Nilai kekakuan struktur yang didapatkan dari nilai gaya dibagi displacement. Nilai kekakuan struktur clamp yaitu 480,65 N/mm

KESIMPULAN

Clamp diuji dengan standard ASTM F 1541-02 bisa menahan gaya sampai 70,8 N sebelum struktur tersebut mengalami luluh. Nilai kekakuan clamp tersebut sebesar 480,65 N/mm.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM Comitee F04 on Medical and Surgical Materials and Devices. Designation F 1541-02. Standard Specifications and Test Methods for External Skeletal Fixation Devices, 2002.
- Moss, D.P., Tejwani, N.C., 2007, *Biomechanics of External Fixation*, Bulletin of the NYU Hospital for Joint Deseases 65, pp. 294-299.
- Pervan N., Mesic, E., Colic M., Avdic V., 2015, *Stiffnes Analysis of the Sarafix External Fixator based on Stainless Steel and Composite Material*, TEM Journal, pp. 366-372.
- Rüedi, T.P., Murphy, W.M., 2000, *AO Principles of Fracture Management*, AO Publising, New York.
- Xu, X., Li, X., Liu, L., Wu, W., 2014, *A meta-analysis of external fixator versus intramedullary nails for open tibial fracture fixation*, Journal of Orthopaedic Surgery and Reseach , pp. 1-7.