

UNILATERALEXTERNAL FIXATION FRAME AND MODIFIED BILATERAL EXTERNAL FIXATION FRAME USING MODEL OF TIBIAI FRACTURE OF A JAVA GOAT (Capra aegagrus hircus): A BIOMECHANICAL TEST

David Haryadi*, Bambang Prijambodo**

**Resident of Orthopaedic and Traumatology Department ,*

***Senior Consultant of Orthopaedic and Traumatology Department, Medical Faculty of Airlangga University/ Dr Soetomo General Hospital*

SURABAYA-INDONESIA

Introduction: External fixation of tibial bone can be used as a definitive treatment in managing open fracture of tibial bone which can give a stability and easy wound care.

Objective: To know the comparison between unilateral external fixation frame and modified bilateral external fixation frame using model of tibial fracture of a Java goat.

Method: This research is an experimental laboratory study with post test only controlled group design. 24 samples of tibial bone of Java goats are divided into control group and intervention group

Result: In biomechanical test we did, the result shows that there was a significant difference in modified bilateral external fixation frame group compared to unilateral external fixation frame group in term of bone rigidity with bending force ($p = 0,007$), torsion force ($p = 0,001$) and compression force ($p = 0,028$).

Conclusion: Modified bilateral external fixation frame has a more significant stability which affects the bone rigidity compared to unilateral external fixation frame based on 1.3 times on bending force, 3.1 times on torsion force, and 2.5 times on compression force.

Keywords : Biomechanical test, external fixation, modified bilateral external fixation frame, unilateral external fixation frame, compression force, torsion force, bending force.

PENDAHULUAN

Eksternal fiksasi merupakan tindakan yang sering dilakukan untuk penatalaksanaan pasien trauma, sebagian besar diindikasikan sebagai tindakan *damage control*, terutama pada pasien dengan trauma multipel atau untuk pasien dengan kerusakan jaringan lunak yang berat. Eksternal fiksasi dapat digunakan sebagai suatu tindakan definitif penanganan patah tulang terbuka tulang Tibia. Hasil studi retrospektif Jeffry A (2010) pada Januari 2007- September 2010 di RS Dr. Soetomo Surabaya mendapatkan 58 kasus patah tulang Tibia terbuka grade I, dan 113 kasus grade II, 89 grade IIIa, 32 Grade IIIb, serta 23 grade IIIc.^{1,2,3,4}

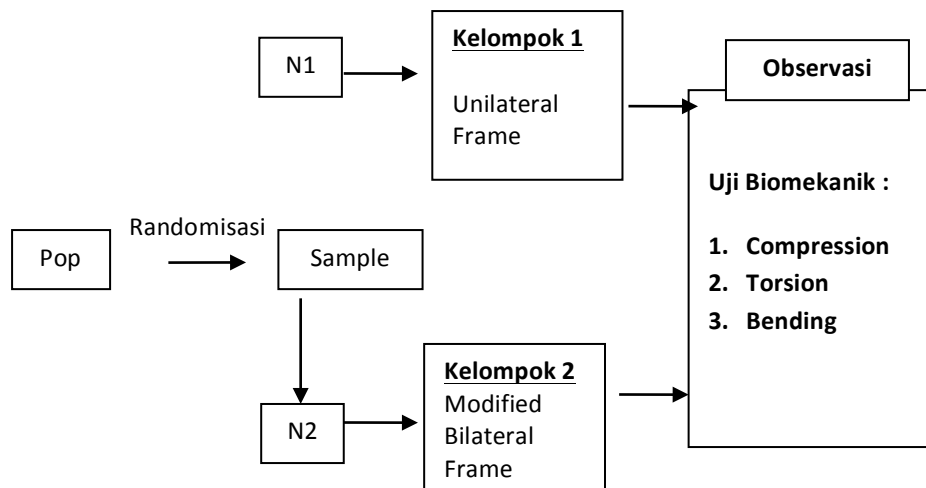
Pertimbangan tentang rigiditas dan aspek biomekanik dari implan sangat berpengaruh terhadap penyembuhan tulang, disamping faktor vaskularisasi dari area patah.^{5,6,7,8,9}

Penggunaan Eksternal fiksasi Unilateral Frame yang digunakan mempunyai kelemahan stabilitas terhadap gaya *bending*, *compression*, dan *torsion*. Sedangkan klasik Eksternal fiksasi *bilateral frame* terdapat kemungkinan pergeseran

Schanz *screw* di dalam tulang. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan hasil uji biomekanik pada teknik eksternal fiksasi *unilateral frame* terhadap *bilateral frame* pada fraktur Tibia dengan menilai tahanan terhadap gaya *torsion*, *compression*, dan *bending*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan uji biomekanik pada eksternal fiksasi *unilateral frame* dibandingkan modifikasi *bilateral frame*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris. Rancangan penelitian yang dipakai menggunakan *randomised post test only controlled group design*. Sampel dibagi menjadi dua kelompok dan diberikan perlakuan yang berbeda. Akan diteliti hasil uji biomekanik eksternal fiksasi antara *unilateral frame* dengan modifikasi *bilateral frame* pada model patah tulang Tibia Kambing Jawa. Selanjutnya dilakukan pengukuran *outcome* setelah diberikan perlakuan. Rancangannya tampak seperti bagan berikut :

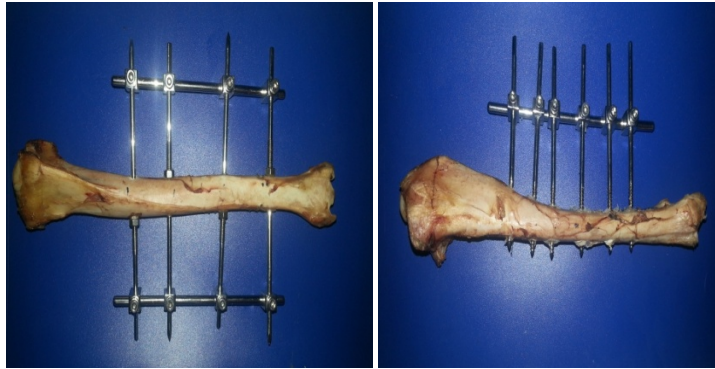


Penelitian ini menggunakan tulang Tibia kambing Jawa (*Capra aegagrus hircus*), dengan kriteria sampel jumlah sampel yang digunakan berjumlah 24 buah tulang Tibia kambing, dimana 12 buah tulang Tibia sebagai obyek perlakuan (dipasang fiksator eksternal *bilateral frame* modifikasi), dan 12 buah tulang Tibia lainnya sebagai kontrol (dipasang fiksator eksternal *unilateral frame*).

Dilakukan pemilihan kambing jawa dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Kondisi kaki kambing dalam kondisi normal (tidak didapatkan kecacatan). Pada kelompok tulang Tibia kambing pertama: dilakukan Pemasangan fiksator eksternal *unilateral frame* dengan 3 Schanz *screw* tiap fragmen (6 buah).

Pada kelompok kambing kedua: dilakukan pemasangan modifikasi fiksator eksternal *bilateral framed* dengan 2 Schanz *screw* tiap fragmen (4 buah) dan *ring stopper* bersilangan.

Pengukuran biomekanik Setelah terpasang fiksasi eksternal pada kelompok pertama, tulang diberikan gaya *compression*, *torsion* dan *bending* untuk memberikan efek beban terhadap fragmen patah tulangnya kemudian di ukur pergeseran fragment tulangnya. Pada kelompok kedua, tulang diberikan gaya *compression*, *torsion* dan *bending* untuk memberikan efek beban terhadap fragmen patah tulangnya kemudian di ukur pergeseran fragment tulangnya.



Pemasangan Bilateral dan Unilateral Frame Ekternal Fixation



Uji Biomekanik Gaya *Compression*



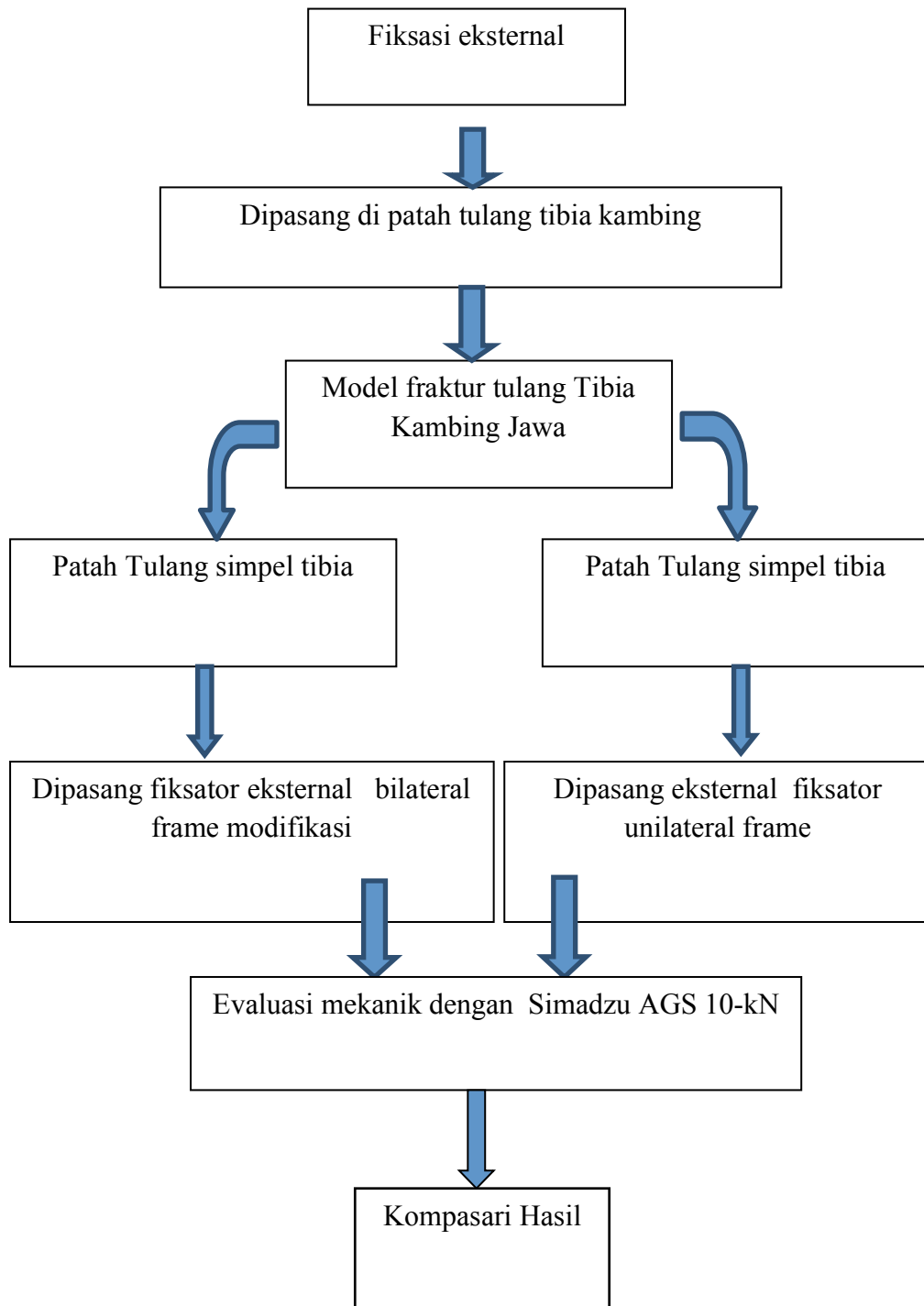
Uji Biomekanik Gaya *Bending*



Uji Biomekanik Gaya *Torsion*

Pada penelitian ini dicatat pergeseran fragmen patah tulang pada gaya *compression* terjadi angulasi 10 derajat, pada gaya *torsion* bila terjadi rotasi, dan pada gaya *bending* bila

terjadi pergeseran antar fragmen 50 persen. Data kuantitatif yang didapat kemudian diolah secara statistik dengan T-test melalui program SPSS 20.



HASIL

Dari penelitian tersebut didapatkan data rata-rata kemampuan bilateral frame dalam menahan suatu gaya dengan kekuatan gaya *torsion* sebesar 0,31 KN, gaya *bending* sebesar 0,52 KN, dan gaya *compression* 1,33 KN. Didapatkan perbedaan yang signifikan dengan menggunakan gaya *torsion* ($p = 0,001$), gaya *bending* ($p = 0,007$) dan gaya *compression* ($p = 0,028$) antara *unilateral frame* dan *bilateral frame*. Besar gaya dengan penggunaan *unilateral frame*, kemampuan *unilateral frame* dalam menahan gaya *torsion* minimum sebesar 50 dan maksimal 100. Rata-rata kemampuan *bilateral frame* dalam menahan suatu gaya dengan kekuatan gaya *torsion* sebesar 100, gaya *bending* sebesar 39,5, dan gaya *compression* 53,7.

PEMBAHASAN

Penelitian klinis yang dilakukan menunjukkan hasil bahwa patah tulang yang tidak stabil (dengan konsekuensi *strain* yang lebih tinggi) akan menyebabkan terjadinya *delay union* atau *non-union*. Pentingnya kecepatan dan frekuensi pemberian beban pada proses osteogenesis masih belum jelas. Gerakan ujung tulang pada tempat patah tulang telah diketahui akan

mempengaruhi proses penyembuhan patah tulang.^{2,6,7,8}

Dari hasil pengukuran uji biomekanik *torsion*, *bending* dan *compression* terhadap unilateral frame dan modifikasi bilateral frame Eksternal fiksasi pada 24 sampel model tibia kambing Jawa dan diuji dengan T-test SPSS 20, didapatkan data besar gaya dengan penggunaan bilateral frame, kemampuan bilateral frame dalam menahan gaya *torsion* minimum sebesar 0,050 KN dan maksimal 0,100 KN. Rata-rata kemampuan unilateral frame dalam menahan suatu gaya dengan kekuatan gaya *torsion* sebesar 0,100 KN, gaya *bending* sebesar 0,0395, dan gaya *compression* 0,0537 KN. Rata-rata kemampuan bilateral frame dalam menahan suatu gaya dengan kekuatan gaya *torsion* sebesar 0,03125, gaya *bending* sebesar 0,05213 KN, dan gaya *compression* 0,01325 KN. Didapatkan perbedaan yang signifikan dengan menggunakan gaya *torsion* ($p = 0,001$), gaya *bending* ($p = 0,007$) dan gaya *compression* ($p = 0,028$) antara *unilateral frame* dan *bilateral frame*. Eksternal fiksasi modifikasi bilateral frame memiliki daya tahan terhadap gaya *torsion* 3.1 kali lipat, gaya *bending* 1.3 kali lipat, dan gaya *compression* 2.5 kali lipat

dibandingkan unilateral frame eksternal fiksasi. Penggunaan modifikasi bilateral frame eksternal fiksasi dengan nut stopper lebih stabil secara bermakna dalam hal gaya bending, compression dan torsion dibandingkan penggunaan unilateral eksternal fiksasi pada tulang Tibia.

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa eksternal fiksasi modifikasi bilateral frame memiliki daya tahan terhadap gaya *torsion* 3.1 kali lipat, gaya *bending* 1.3 kali lipat, dan gaya *compression* 2.5 kali lipat dibandingkan unilateral frame eksternal fiksasi.

Penggunaan modifikasi bilateral frame eksternal fiksasi dengan

nut stopper lebih stabil secara bermakna dalam hal gaya *bending*, *compression* dan *torsion* dibandingkan penggunaan unilateral eksternal fiksasi pada tulang Tibia.

SARAN

Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut pada hewan coba hidup sehingga diketahui keefektifitasan dan kesulitan yang yang dapat terjadi pada pemasangan alat eksternal fiksasi modifikasi bilateral frame eksternal fiksasi dengan *nut stopper* ini, dan juga dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai gaya yang bekerja pada eksternal fiksasi bilateral frame ini dalam gaya dinamis dan konversinya dengan berat badan pasien.

DAFTAR PUSTAKA

1. Craig S. Roberts, Hans-Christoph Pape, Alan L. Jones, Arthur L. Malkani, Jorge L. Rodriguez and Peter V. Giannoudis. **Damage Control Orthopaedics. Evolving Concepts in the Treatment of Patients Who Have Sustained Orthopaedic Trauma.** *J Bone Joint Surg Am.* 87. 2005. p434-449.
2. David P. **Biomechanics of External Fixation: A Review of the Literature.** Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases. Vol 65(4). 2007. p294-9
3. HJ Park, et al. **Immediate interlocking nailing versus external fixation followed by delayed interlocking nailing for Gustilo type IIIB open tibial fractures.** Journal of

- Orthopaedic Surgery. Vol 15(2). 2007. p131-6
4. Nanang HW. **Fiksasi Eksternal pada Tibia sebagai Terapi Definitif pada Patah Tulang Terbuka Tulang Tibia.** Departemen Orthopaedi dan Traumatologi Univesitas Airlangga. 2012.
 5. Jeffry A. **Epidemiologi Fraktur Terbuka RS Dr. Soetomo Surabaya 2008-2011.** Departemen Orthopaedi dan Traumatologi Univesitas Airlangga. 2011.
 6. Solomon L. et al. **Apley's Sistem of Orthopaedic and fractures.** Ed 8th. Arnold Hedder Headline group, London. 2001
 7. Andrew, Brooker, ***Principles of External Fixation***, Baltimore, William and Wilkin. 1983
 8. Chao, E.Y.S., Aro, H., **Biomechanics of fracture fixation.** In: Mow, V.C., Hayes, W.C. (Eds.), *Basic Orthopaedic Biomechanics.* Lippincott-Raven Publishers, Philadelphi. 1997.
 9. David Seligson, Craig S. Roberts, Cyril Mauffrey. **External Fixation in Orthopedic Traumatology.** Springer-Verlag London Limited. 2012
 10. Dee R: Bone healing, in Dee R, Mango E, Hurst E, (eds): ***Principles of Orthopaedic Practice.*** New York: McGraw-Hill. 1988. p68–73
 11. D. Marsh. **Concepts of fracture union, delayed union, and nonunion.** Clin. Orthop. Rel. Res., 355. 1998.
 12. Iain H. Kalfas. **Principles of bone healing,** Neurosurg. Focus. Volume 10, April. 2001
 13. Giotakis N, Narayan B. **Stability with unilateral fixation in Tibia.** Department of Trauma and Orthopaedics. Royal Liverpool University Hospital. Prescott Street, Liverpool, UK, Strat Traum Limb Recon (2007) 2:13–20
 14. L.E. Claes, H.J. Wilke, P. Augat, S. Rubenacker, and K.J. Margevicius. **Effect of dynamisation on gap healing of diaphyseal fractures under external fixation.** Clin. Biomech., vol 10. 1995.p227-34
 15. Meadows TH, Bronk JT, Chao EYS, Kelly PJ. **Effect of weight-bearing on healing of cortical defects in the canine**

- tibia.** J Bone Joint Surg 72A. 1990. p1074-80
16. Wu JJ, Shyr HS, Chao EYS, Kelly PJ ;**Comparison of osteotomy healing under external fixation devices with different stiffness characteristics.** J. Bone Joint Surg 66A. 1984. p1258-64
 17. E Y.S. Chao and N Inoue, **Biophysical Stimulation on Bone Fracture Repair, Regeneration And Remodelling,**European Cells and Materialis. V o l 6. 2 0 0 3. p7 2 - 8 5.
 18. Kyu hyun, Patel, **Significance Of Fracture Gap In Open Tibial Fracture,** Yonsei Medical Journal, Vol 36. No 2. 1995,p. 130 – 136,
 19. Kenwright, Ricardson, Cunningham, **Axial Movement and Tibial Fractures,** J Bone Joint Surgery [BR]; 73-B. 1991. p654 – 9
 20. Chao, E.Y.S., Inoue, N., Elias, J.J., Aro, H., **Enhancement of fracture healing by mechanical and surgical intervention.** Clinical Orthopaedics and Related Research 355S. 1998.p163–78
 21. Huiskes R, Chao EYS . **Guidelines for External Fixation Frame Rigidity and Stresses.** Biomechanics Laboratory Minnesota. U.S.A, Journal of Orthopaedic Research, Vol: 4 No: 75. 1984. p68-70.
 22. Frederic Shapiro, **Bone Development and Its Relation to Fracture Repair. The Role of Mesenchymal Osteoblasts and Surface Osteoblasts,** European cells and materials vol. 15. 2008. p53-76
 23. Hanna I, Corrinus C, Rik Huiskes, Keita, **Corroration of Mechanoregulatory Algorithms for Tissue Differentiation during Fracture Healing: Comparation with In Vivo Results,** Journal of Orthopaedic Research, Willey InterScience. 2006
 24. Charles H. Turner, **Bone Stregth: Current Concepts,** Ann. N. Y. Acad. Sci. 1068; 429 – 446. Doi: 10.1196/annals. 2006. p1346
 25. Austin T. Fragomen, MD& S. Robert Rozbruch, MD **The Mechanics of External Fixation.** Weill Medical

- College of Cornell University, Limb Lengthening and Reconstruction Institute, 535 East 70th Street, New York, NY 10021, USA. HSSJ. Vol 3. 2007. p13–29.
26. Kershaw CJ. Cunningham JL. Kenwright, *Tibial External Fixation, Weight Bearing, And Fracture Movement*. J. Clinical Orthopaedics & Related Research. [JC:dfy] (293). Aug. 1993. P28-36
 27. AO external fixation. Available in: www.aosurgery.com. 2008
 28. William M. Murray, *Method and Apparatus for External Fixation of Bone Fracture*, United State Patent, 5437667, august 1. 1995
 29. Behrens, et al. **External fixation of tibia basic concepts and prospective evaluation**. British Editorial Society of Bone and Joint Surgery. 1986
 30. Pontarelli W. **External fixation of tibia fracture**. Department of Orthopaedic Surgery, University of Iowa Hospitals and Clinics, Iowa City, Iowa. The Iowa Orthopaedic Journal. 1982
 31. K. Seide, N. Weinrich, M.E. Wenzl, D. Wolter, C. Jurgens, **Three-Dimensional Load Measurements In An External Fixator**, Journal of Biomechanics 37. 2004. p1361–69
 32. William M. Murray, **Method and Apparatus for External Fixation of Bone Fracture**, United State Patent, 5437667, august 1 1995
 33. Stanly Hoppenfeld, Vasantha L.M; **Treatment and Rehabilitation of Fractures**, LippincotWilliam and Wilkins, Philadelphia 1999
 34. Hopkins CE, Hamm TE, Leppart GL; **Atlas Of Goat Anatomy. Part I: Osteology**. Departement of The Army Edgewood Arsenal. Maryland: September. 1970
 35. **Kambing Jawa**. Available in: www.wikipedia.com. 2010