

## UJI KESESUAIAN UKURAN DIAMETER TENDON PERONEUS LONGUS MENGUNAKAN ULTRASONOGRAPHY DAN MRI DENGAN DIAMETER INTRAOPERATIF

Johanes Riung<sup>1</sup>, Muhammad Ilyas<sup>1</sup>, Mirna Muis<sup>1</sup>, Andi Alfian Zainuddin<sup>2</sup>, Muhammad Sakti<sup>3</sup>,  
Nurlaily Idris<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin/RS Dokter Wahidin  
Sudirohusodo, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi  
Selatan, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Ortopedi dan Traumatologi, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi  
Selatan, Indonesia

Penulis Korespondensi: johanesmichaeleteriung@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji keesuaian ukuran perioperatis menggunakan USG dan MRI dibandingkan intraoperatif. Dimana sebelumnya telah dilakukan penelitian antara USG dan intraoperatif, namun pada penelitian ini bertujuan menentukan apakah MRI atau USG yang lebih sesuai untuk memprediksi diameter TLP. Penelitian dilaksanakan pada RSUP Wahidin Sudirohusodo dan RSP Universitas Hasanudin periode Desember 2021 hingga Maret 2022 dengan jumlah sampel 34 orang usia 20-45 tahun. Metode statistik yang digunakan Regresi Linier. Dari hasil analisa statistik didapatkan ukuran rata-rata diameter TLP MRI  $\pm 0,69$  cm dan diameter intraoperatif  $\pm 0,7$  cm sehingga dapat ditarik kesimpulan pemeriksaan menggunakan MRI paling mendekati ukuran intraoperatif, variabilitas pengukuran diameter perioperatif dengan menggunakan USG dan MRI dapat mewakili variabilitas intraoperatif. Dimana nilai R Square untuk USG 82% dan untuk MRI 91%. didapatkan nilai konstanta dan koefisien dari masing-masing pemeriksaan perioperatif untuk memprediksikan ukuran diameter TLP secara real, nilai konstanta untuk USG 9,561 dan MRI 8,42, serta nilai koefisien USG 0,758 dan MRI 0,894. yang dapat digunakan pada persamaan  $y = (A + B) x$  untuk meprediksi nilai real dari TLP.

**Kata Kunci :** Ligamentum cruciatum anterior, tendon longus peroneus, ruptur, diameter tendon, prediksi tendon longus peroneus, ruptur ligamen, MRI, USG

### ABSTRACT

The study aims to test the Peroneus Longus Tendon (PLT) diameter measurement using Ultrasonography (USG) and Magnetic Resonance Imaging (MRI) compared to intraoperatively measured diameter. Some previous study were conducted about USG and an intraoperatively measured diameter of the PLT. Compared to those studies. This study focuses on determining wether MRI or USG is more acurate in predicting the diameter of PLT. This study was carried out at RSUP (General Hospital) of Wahidin Sudirohusodo and RSP (Teacing Hospital) of Hasanuddin University between December 2021 and March 2022 with total sample of 34 participants aged 20-45 years old. According to the statistical analysis, the average diameter of TLP MRI was  $\pm 0.69$  cm and the intraoperative diameter was  $\pm 0.7$  cm, implying that the examination using MRI is the closest to the intraoperative size.. the variability of perioperative diameter measurement USG and MRI is representative of the intraoperative variability. The R Square value for USG is 82% and MRI 91%. The obtained constantnand coefficient values of both perioperative measurements predict the actual PLT diameter, where the constant using USG is 9.561 and MRI 8.42, and coefficient of 0.758 for USG and 0.894 for MRImeasurements can be derived from a formula  $y = (A+B) x$  to predict the PLT's actual diameter

**Keywords :** Anteriot cruciate ligament, peroneus longus tendon, rupture, tendon diameter, peroneus longus tendon prediction, ligamen rupture, MRI, USG

## PENDAHULUAN

Sendi lutut adalah sendi utama yang paling sering mengalami cedera di tubuh, di mana cedera sendi lutut sering dijumpai pada individu dengan aktivitas lebih tinggi seperti berolahraga, selain terjadi pada populasi umum. Pencitraan memainkan peran penting dalam evaluasi ligamen sendi lutut. Dewasa ini angka kejadian cedera lutut semakin meningkat, *Anterior cruciate ligament* (ACL) adalah ligament yang paling sering cedera pada lutut. Cedera umumnya terjadi pada populasi usia muda dan aktif berolahraga. Robekan pada ACL menyebabkan

ketidakstabilan pada lutut. Diperkirakan dilakukan operasi ACL sebanyak 80.000 – 100.000 setiap tahunnya di Amerika. Di New South Wales, Australia, insidensi cedera ACL 1,5% dari populasi dengan insidensi laki-laki 2 kali lebih sering dari pada perempuan.

Adapun faktor penyebab utama dari ruptur ACL masih belum diketahui pasti, namun dicurigai ada beberapa faktor yang bisa berkontribusi dalam terjadinya cedera ACL yang dibagi menjadi faktor ekstrinsik dan intrinsik (tabel. 1)

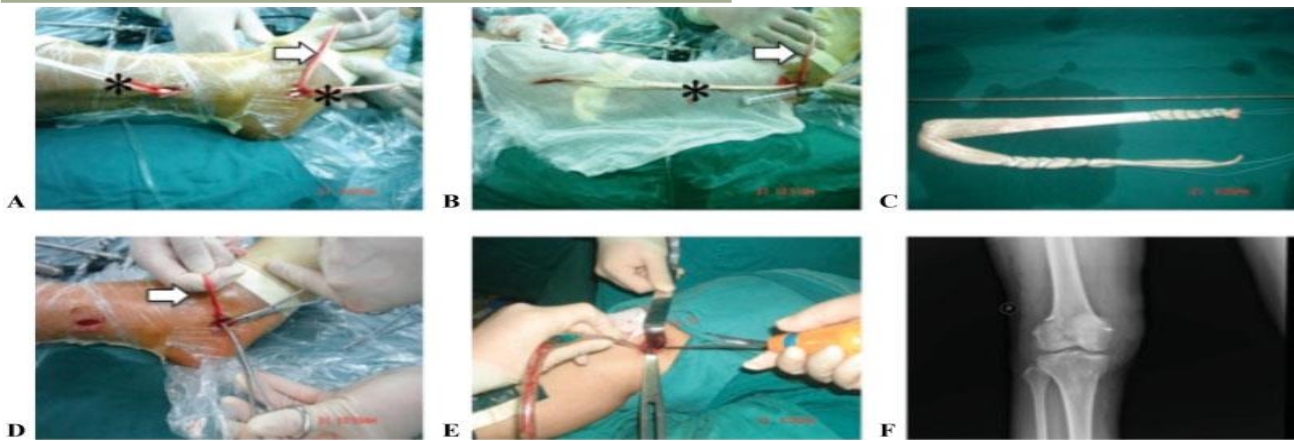
**Tabel 1.** Mekanisme yang Berkontribusi terhadap Cedera ACL

Faktor Ekstrinsik	Faktor Intrinsik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akses terhadap tempat olahraga</li> <li>• Bermain di lapangan (Kondisi lapangan yang tidak rata, basah atau berlumpur)</li> <li>• Tingkat kompetitif yang tinggi</li> <li>• Pola bermain (agresif)</li> <li>• Permukaan sepatu (sepatu yang panjang memberikan ruang untuk traksi yang lebih besar)</li> <li>• Cuaca (hujan, dingin)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ukuran tubuh dan ketebalan anggota tubuh</li> <li>• Fleksibilita, kekuatan dan waktu reaksi</li> <li>• Fluktuas hormonal (meningkatkan kelemahan pada saat ovulasi dan post-ovulasi)</li> <li>• Meningkatnya sudut Q (lebih besar 14° pada pria dan lebih dari 17° pada perempuan)</li> <li>• Kaki yang dominan (perbedaan kekuatan, fleksibilitas dan koordinasi dari kaki kanan dan kiri)</li> <li>• Ligamen yang dominan (berkurangnya kontrol neuromuscular dari medial-lateral sendi)</li> <li>• Kelemahan pada ligamen</li> <li>• Sempitnya <i>notch</i> intercondylar dari femur distal</li> <li>• Lebarinya pelvis</li> <li>• Quadriceps yang dominan</li> <li>• Panjang ACL yang lebih pendek</li> </ul>

Dengan demikian tindakan operatif pemasangan graft merupakan pilihan untuk mengembalikan fungsi dan stabilitas dari sendi lutut, namun untuk menghindari kesalahan dalam pengambilan cangkok maka dibutuhkan pemeriksaan preoperatif dalam hal ini USG dan MRI untuk meminimalisir kesalahan seperti diameter yang tidak mencukupi.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi operasi rekonstruksi ACL, yaitu termasuk usia, aktivitas olahraga, Diameter *graft* memiliki peran penting dalam tingkat keberhasilan rekonstruksi ACL. Menurut Magnussen et al, minimal diameter *graft* adalah 7 mm untuk menghindari perlunya operasi revisi. Beberapa peneliti lain berpendapat bahwa diameter *graft* yang diterima adalah tidak kurang dari 8 mm.

Prosedur penggunaan *Tendon Peroneus Longus* (PLT) belakangan ini masih jarang digunakan, *Bone-Pattellar Tendon-Bone* (BPTB) merupakan baku standar untuk rekonstruksi, namun memiliki banyak risiko, sehingga disarankan untuk menggunakan PLT. Prosedur tersebut memungkinkan oleh karena terdapatnya fungsi yang sinergis antara PLT dan *Tendon Peroneus Brevis* (PBT). Beberapa studi menemukan bahwa PBT lebih efektif sebagai evertor pada pergelangan kaki dan fungsi masih bisa dipertahankan, sehingga PLT dapat digunakan sebagai cangkok. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa PLT tidak memberikan dampak gangguan saat berjalan serta tidak mengganggu stabilitas lutut, dengan alasan ini menjadi pertimbangan untuk menjadi salah satu pilihan prosedur penanganan pada rekonstruksi cedera ACL.



**Gambar 1.** Rekonstruksi dari ACL dengan *autograft* dari ipsilateral PLT disertai cedera MCL. (A – E) Gambaran representative pada saat operasi. (A) Menentukan PLT (bintang) dan PBT (tanda panah). (B) Panjang PLT secara umum adalah 30 cm, diameter 8 – 9 mm. PLT di reseksi 1 – 1,5 cm proksimal dari tempat insersi distal. (C) kedua ujung PLT di jahit untuk rekonstruksi ACL. (D) Retensi dari PLT dan PBT di jahit. (E) MCL diperbaiki. (F) Gambaran X-ray 3 hari setelah operasi

Dewasa ini penggunaan imaging berupa ultrasonografi muskuloskeletal dan Magnetic Resonance Imaging untuk menilai diameter tendon peroneus longus dengan sangat baik yang dapat membantu memberikan informasi untuk sejawat orthopedi

#### Pemeriksaan Ultrasonography (USG)

Dilakukan pemeriksaan USG menggunakan merek Logic E9 model R6 Top LH/EL COM, nomor model 5205000-9 nomor seri 203057US6 dengan focus depth (30-40 mm) frame rate (15-25 Hz), gain diatur sampai

mendapatkan tampilan gambar yang terbaik. Software aplikasi yang digunakan adalah tipe muscular untuk mengukur diameter PLT pada 3 titik, yaitu pada inframalleolus, transmalleolus, dan 3 cm supramalleolus. pasien tidur dengan pinggul sedikit fleksi dan rotasi internal, lutut fleksi sekitar 30<sup>0</sup> dan dengan kaki menumpu pada tempat tidur, disarankan menggunakan gel yang banyak pada transduser, kemudian dilakukan pengukuran diameter PLT dengan mengambil jarak terjauh

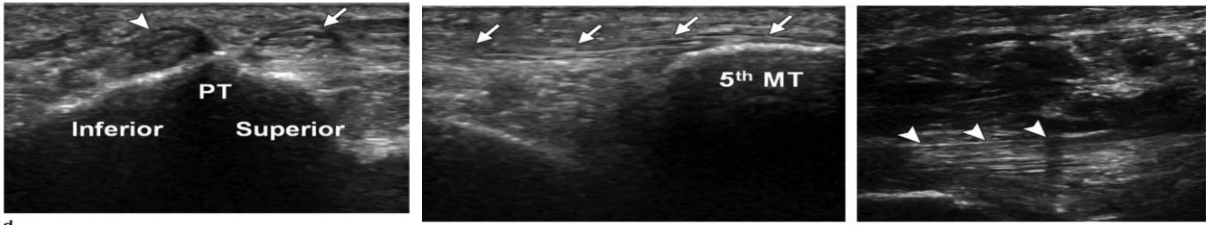


**Gambar 2.** Posisi pasien saat dilakukan pemeriksaan USG gambar A. Titik pengambilan untuk dilakukan pengukuran diameter PLT gambar B

Tendon peroneal yang sehat memberikan gambaran berupa *hyperechoic* dari struktur fibrilar karena kumpulan kolagen dikelilingi bayangan *hypoechoic*. Diameter PLT diukur

dengan mengarahkan transduser secara posisi transversal, posisi longitudinal memanjang mungkin membantu untuk mengonfirmasi temuan pencitraan





**Gambar 3.** Pemeriksaan USG Tendon Peroneal Normal. (A) USG aksis pendek, tendon peroneal pada fibular retromalleolar groove (RG). PBT memiliki gambaran echogenic normal; PLT memiliki gambaran heterogenous dan hypoechoic oleh karena anisotropy. Superior Peroneal Retinaculum (SPR) (kepala tanda panah) gambaran echogenic superficial terhadap tendon peroneal dengan ridge yang kecil, echogenic, triangular dan fibrocartilaginous pada pelekatan fibular (tanda panah). (B) Aksis panjang dari USG, terlihat tendon PLT dan PBT (tanda panah). (C) Aksis panjang terlihat gambaran heterogenous, hypoechoic, fibrillar pada tendon peroneal (tanda panah) oleh karena anisotropy pada regio inframalleolar. (D) Aksis pendek dari USG menunjukkan gambaran echogenic PB (tanda panah) dan PL (kepala tanda panah) pada peroneal tubercle (PT). (E) Aksis panjang dari USG menunjukkan echogenic fibrillar normal pada tendon PB (tanda panah) distal dari PT serta melekat pada tuberositas metatarsal kelima. (F) Aksis panjang USG menunjukkan gambaran normal echogenic fibrillar dari aspek plantar tendon PL (kepala tanda panah)

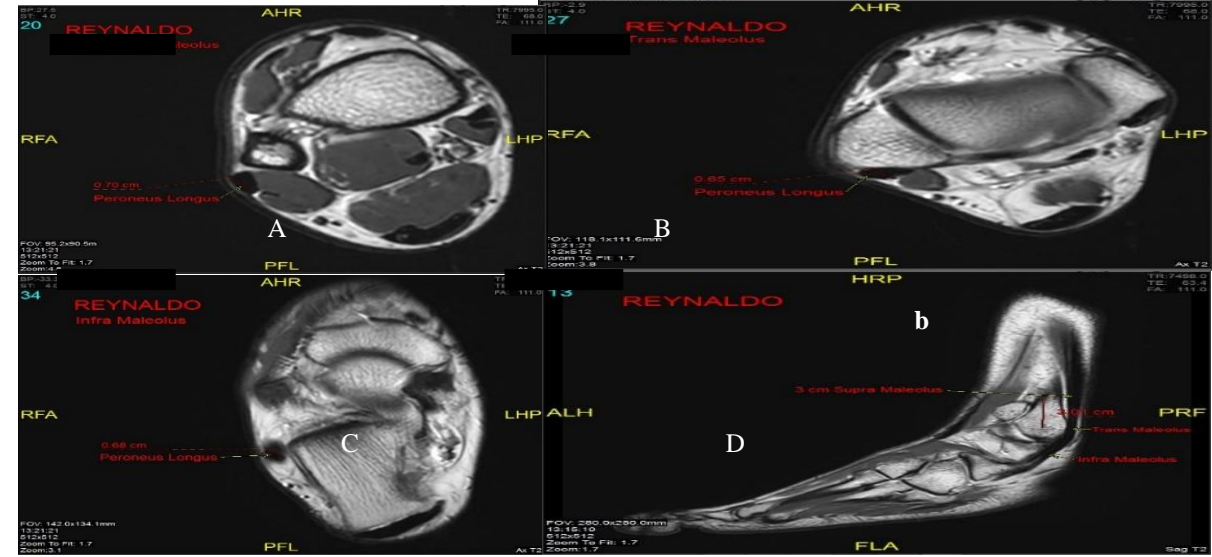
**Pemeriksaan MRI**

Semua pasien dilakukan pemeriksaan MRI dengan merek GE (General Electric) tipe SIGNA PIONEER 3.0 Tesla, nomor model 5114671-2, nomor seri 139669HM6 serta menggunakan koil penerima khusus pergelangan kaki. Protokol termasuk urutan T2Wi (TR [waktu respon] = maksimum, TE [time to echo] = 60-80 milidetik) irisan axial, coronal dan sagital. Pemeriksaan MRI pada

pergelangan kaki dilakukan pada pasien dengan posisi supine dan pergelangan kaki dalam posisi netral, dengan fleksi plantar 20°. Fleksi plantar membantu untuk memisahkan tendon peroneal dari pembungkus peroneal. dengan kaki dipasang fiksator agar tetap stabil kemudian dianalisis dan diukur diameter PLT pada ke-3 titik tersebut



**Gambar 4.** Posisi pasien pada saat dilakukan pemeriksaan MRI



**Gambar 5.** Hasil pemeriksaan MRI pasien laki-laki menggunakan sequeunce T2Wi. (A) potongan axial pada posisi supramaleolus, (B) potongan axial pada posisi transmaleolus, (C) potongan axial pada posisi Inframaleolus dan (D) potongan sagital untuk mengkonfirmasi PLT

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian studi analitik dimana dilakukan uji kesesuaian diameter tendon longus peroneal berdasarkan USG dan MRI untuk memprediksi diameter PLT dengan diameter intraoperatif untuk dilakukan graf pada rekonstruksi pasien cedera ligamentum cruciatum anterior Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Universitas Hasanudin dan Rumah Sakit Wahidin Sudirohusodo Periode Desember 2021 Hingga sampel terpenuhi. Populasi pasien dalam penelitian ini adalah semua pasien dengan cedera ACL yang di rawat pada kedua rumah sakit tersebut dengan jumlah sampel setelah perhitungan statistik 32 sampel. Pengambilan sampel dilakukan secara *consecutive sampling* yaitu semua anggota populasi di tempat penelitian yang memenuhi syarat inklusi diambil sebagai sampel sampai jumlah sampel terpenuhi. Identifikasi Variabel penelitian ialah pasien yang mengalami cedera ACP yang direkonstruksi menggunakan PLT, Diameter tendon longus peroneus dari hasil pengukuran intraoperatif adalah Variabel Independen, diameter tendon longus peroneus dari hasil pengukuran perioperatif menggunakan USG dan MRI adalah Variabel Dependen.

## ANALISA STATISTIK

Analisis data dilakukan dengan menggunakan SPSS versi 22, terdiri dari analisa deskriptif dan analisis statistik. Analisa deskriptif dilakukan untuk melaporkan distribusi jenis kelamin, usia dan titik pengambilan graft, sedangkan analisa statistik yang dilakukan untuk menentukan nilai rata-rata tiap pemeriksaan, kesesuaian, signifikan (Hasil uji statistik signifikan jika nilai  $p < 0,05$ ) dan konstanta dari pemeriksaan perioperatif (USG dan MRI) dibandingkan dengan pemeriksaan intraoperatif.

## HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama periode Juli 2021 sampai Februari 2022 dengan mengambil data sekunder selama 6 bulan. Data yang diambil berasal dari bulan Januari 2021 hingga Juni 2021 di RSUP Wahidin Sudirohusodo dan RSUPTN Universitas Hasanuddin.

Analisa deskriptif dilakukan penelitian terhadap 34 subjek yang memenuhi kriteria sampel penelitian. distribusi sampel berdasarkan jenis kelamin terbanyak ditemukan pada pasien jenis kelamin laki-laki sebanyak 22 orang (64,7%) sampel dibandingkan perempuan sebanyak 12 (35,3%) sampel.

**Tabel 2.** Distribusi sampel berdasarkan jenis kelamin, penderita ruptur ligamentum cruciatum anterior (ACL).

Jenis Kelamin	N	%
Laki-laki	22	64,7
Perempuan	12	35,3
Total	34	100

Distribusi berdasarkan umur terbanyak ditemukan pada usia 20-30 tahun sebanyak 16 (47,1%) sampel, usia 31-40

tahun sebanyak 15 (44,1%) sampel, dan usia lebih dari 41 tahun sebanyak 3 (8,8%).

**Tabel 3.** Distribusi berdasarkan usia penderita ruptur ligamentum cruciatum anterior (ACL).

Usia (Tahun)	N	%
20-30	16	47,1
31-40	15	44,1
>41	3	8,8
Total	34	100

Titik pengambilan graft terbanyak yaitu pada inframalleolus sebanyak 18 orang dengan presentasi 52,9%

dan 3 cm diatas malleolus sebanyak 16 orang dengan presentasi 47,1%,

**Tabel 4.** Distribusi titik pengambilan graft

Titik pengambilan graft	N	%
Supramaleolus	16	47,1
Inframaleolus	18	52,9
Total	34	100

Analisa statistik menggunakan perhitungan uji statistik *Regresi Linier* untuk membandingkan kesesuaian, signifikansi dan nilai konstanta dari pemeriksaan USG dan MRI dibandingkan dengan intraoperatif. Nilai rata-rata diameter tendon peroneus longus dari pemeriksaan USG

0,66 cm, diameter tendon peroneus longus dari pemeriksaan MRI 0,69 cm dan diameter tendon peroneus longus dari pengukuran intraoperatif atau intraoperatif 0,7 cm.

**Tabel 5.** Nilai rata diameter dari tiap pengukuran

Diameter Pemeriksaan	Mean	Median	N
Ø USG	66,24	68	34
Ø MRI	69,03	70	34
Ø Actual Size	70,15	70	34

Tabel berikut didapatkan nilai R square sebesar 0,82% untuk USG dan 0,91% untuk MRI, yang berarti variabilitas pengukuran diameter dengan menggunakan USG dan MRI dapat mewakili variabilitas intraoperatif.

**Tabel 6.** Kemampuan variabilitas pemeriksaan diameter TLP dengan USG terhadap diameter intraoperatif

	Nilai Keterkaitan	Nilai Kemampuan
Pengukuran Variabilitas Regresi Linier	,908	,824
N dari jumlah kasus valid	34	

**Tabel 7.** Kemampuan variabilitas pemeriksaan diameter TLP dengan MRI terhadap diameter intraoperatif

	Nilai Keterkaitan	Nilai Kemampuan
Pengukuran Variabilitas Regresi Linier	,956	,913
N dari jumlah kasus valid	34	

Tabel dibawah ini menunjukkan nilai signifikansi (bermakna atau tidak) dari variasi pengukuran diameter USG dengan variasi pengukuran intraoperatif, dimana dianggap signifikan (bermakna) bila nilai  $p < 0,05$ , didapatkan hasil nilai  $p = 0,000$  untuk USG dan MRI yang artinya signifikan

**Tabel 8.** Nilai signifikansi dari USG terhadap intraoperatif

	Nilai pengaruh	p	Keterangan
Pengukuran kesesuaian Regresi Linier	149.779	,000	Signifikan
N dari jumlah kasus valid	34		

**Tabel 9.** Nilai signifikansi dari MRI terhadap intraoperatif

	Nilai Pengaruh	p	Keterangan
Pengukuran kesesuaian Regresi Linier	337.576	,000	Signifikan
N dari jumlah kasus valid	34		

Tabel dibawah ini menunjukkan hasil analisa penentuan nilai konstanta persamaan. Dimana nilai konstanta ini, bersamaan dengan nilai koefisien USG dan hasil pengukuran menggunakan USG, dapat memprediksi ukuran diameter TLP intraoperatif (real).

**Tabel 10.** Nilai konstanta persamaan untuk memprediksi ukuran diameter TLP intraoperatif

	Konstanta	Koefisien Ø USG
Analisa Regresi Linier	9,561	,758
N dari jumlah kasus Valid	34	

**Tabel 11.** Nilai konstanta persamaan untuk memprediksi ukuran diameter TLP intraoperatif

	Konstanta	Koefisien Ø MRI
Analisa Regresi Linier	8,240	,894
N dari jumlah kasus Valid	34	

Dari tabel diatas didapatkan nilai konstanta sebesar 9,561 untuk USG dan 8,240 untuk MRI dan nilai koefisien USG sebesar 0,758 dan MRI sebesar 0,894. Dengan kedua nilai tersebut dapat diprediksikan diameter TLP intraoperatif menggunakan persamaan dibawah ini :

$$y = (A + B) x$$

Keterangan :  
 y = nilai prediksi diameter tendonlongus peroneus  
 A = konstanta  
 B = koefisien  
 x = hasil pemeriksaan MRI

## PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan selama periode Juli 2021 sampai Februari 2022 dengan mengambil data sekunder selama 6 bulan. Data yang diambil berasal dari bulan Januari 2021 hingga Juni 2021. Populasi yang diteliti adalah pasien dengan ruptur total atau partial ligamen cruciatum anterior yang akan dilakukan dan telah dilakukan operasi pencangkokan dengan menggunakan tendon peroneus longus sebagai bahan graft, namun sebelum dilakukan tindakan operasi pasien menjalani pemeriksaan intraoperatif untuk mengukur diameter tendon peroneus longus terlebih dahulu di RSUP Wahidin Sudirohusodo dan RSUPTN Universitas Hasanuddin. Jumlah pasien yang memenuhi kriteria inklusi sebanyak 34 sampel.

Pada sampel yang dikumpulkan, didapati pasien laki-laki sebanyak 22 orang (65%) dan perempuan sebanyak 12 orang (35%). Berdasarkan usia, populasi sampel lebih banyak ditemukan pada usia 26-30 tahun sebanyak 11 (32,4%) sampel, usia 31-35 tahun sebanyak 10 (29,4%) sampel, usia 20-25 tahun dan 36-40 tahun memiliki jumlah yang sama 5 (14,7%) sampel dan usia 41-45 tahun sebanyak 3 (8,8%). Berdasarkan data-data dari journal oleh Maguire J et al berjudul *Anterior Cruciate Pathology* dan dari journal oleh Cimino F et al berjudul *Anterior Cruciate Ligament Injury and Tear*, insidensi terjadinya cedera ligamentum cruciatum anterior pada laki-laki dua kali lebih sering dibandingkan pada perempuan. Tingkat aktivitas, yang dipengaruhi usia, mengakibatkan peningkatan angka kejadian terjadinya cedera ligamentum cruciatum anterior.

Dari hasil analisa statistik berdasarkan total sampel penelitian, didapatkan dimana rata-rata diameter USG  $\pm 0,66$  cm, MRI  $\pm 0,69$  cm dan diameter intraoperatif  $\pm 0,7$  cm dengan hasil ini maka pemeriksaan menggunakan MRI adalah pemeriksaan yang paling mendekati ukuran intraoperatif. Secara klinis, perbedaan  $\pm 0,01-0,04$  cm tidak akan memberikan kesan bermakna dalam pertimbangan

penggunaan tendon peroneus longus sebagai autograft dalam rekonstruksi ligamentum cruciatum anterior.

Berdasarkan perbandingan antara prediksi diameter graft tendon peroneus longus menggunakan USG dan MRI pada daerah pergelangan kaki didapatkan hasil analisa statistik sebagai berikut:

1. Variabilitas pengukuran diameter perioperatif dengan menggunakan USG maupun MRI dapat mewakili pengukuran intraoperatif
2. Pengukuran diameter perioperatif dengan menggunakan pemeriksaan USG maupun MRI sangat bermakna terhadap pengukuran intraoperatif

Didapatkan nilai konstan dan nilai koefisien dari masing-masing pemeriksaan untuk meprediksikan ukuran diameter TLP secara real.

## SIMPULAN

Hasil dan pembahasan penelitian ini dapat ditarik kesimpulan : Dari hasil analisa statistik berdasarkan total sampel penelitian, didapatkan ukuran rata-rata diameter TLP USG  $\pm 0,66$  cm, MRI  $\pm 0,69$  cm dan diameter intraoperatif  $\pm 0,7$  cm, dengan hasil ini maka pemeriksaan menggunakan MRI adalah pemeriksaan yang paling mendekati ukuran intraoperatif. Berdasarkan analisa deskriptif didapat titik terbanyak dilakukan pengambilan graft yaitu pada inframalleolus sebanyak 18 orang dengan presentasi 52,9% dan 3 cm diatas malleolus sebanyak 16 orang dengan presentasi 47,1%. Dari hasil analisa statistik didapatkan variabilitas pengukuran diameter perioperatif dengan menggunakan USG dan MRI dapat mewakili variabilitas intraoperatif. Dimana nilai R Square untuk USG 82% dan untuk MRI 91%. Dari hasil analisa didapatkan nilai konstanta dan koefisien dari masing-masing pemeriksaan perioperatif untuk memprediksikan ukuran diameter TLP secara real. Dimana nilai konstanta untuk USG 9,561 dan untuk MRI 8,42, serta nilai koefisien USG 0,758 dan MRI 0,894. sehingga dapat digunakan pada persamaan berikut :

$$y = (A + B) x$$

Keterangan :  
 y = nilai prediksi diameter real tendon longus peroneus  
 A = konstanta = USG (9,561); MRI (8,24)  
 B = koefisien USG (0,758); MRI (0,894)  
 x = hasil pemeriksaan USG atau MRI

dan berdasarkan data analisa maka MRI dapat memprediksi ukuran final dari *graft* ACL lebih akurat

## DAFTAR PUSTAKA

1. Ellis H, Mahadevan V. *Clinical Anatomy: Applied Anatomy for Students and Junior Doctors*. 13<sup>th</sup> ed. New Jersey: Wiley-Blackwell;2013.
2. Tortora GJ, Derrickson B. *Principles of Anatomy & Physiology*. 13<sup>th</sup> ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc;2012.
3. Rizzo DC. *Fundamentals of Anatomy and Physiology*. 4<sup>th</sup> ed. Boston: Cengage Learning;2015.
4. Chung KW, Chung HM. *Gross Anatomy*. 6<sup>th</sup> edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins;2007.
5. Maguire J. Anterior Cruciate Ligament Pathology. Medscape [Internet]. 2018. Diambil dari: <https://emedicine.medscape.com/article/1252414-overview#a7>
6. Netter FH. *Atlas of Human Anatomy*. 6<sup>th</sup> edition. Philadelphia: Elsevier; 2014.
7. Lezak B, Varacallo M. *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Calf Peroneus Longus Muscle* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2020. Diambil dari: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546650/>
8. Karageanes SJ. What is the functional anatomy relevant to understanding peroneal tendon syndromes. Medscape [Internet]. 2018. Diambil dari: <https://www.medscape.com/answers/91344-90891/what-is-the-functional-anatomy-relevant-to-understanding-peroneal-tendon-syndromes#qna>
9. Cereatti A, Ripani FR, Margheritini F. Chapter 4: Pathophysiology of Ligament Injuries. *Orthopaedic Sports Medicine: Principles and Practice*. Milan: Springer. 2010;p 41-7.
10. Cimino F, Volk BS, Setter D. Anterior Cruciate Ligament Injury: Diagnosis, Management, and Prevention. *Am Fam Physician*. 2010; 82(8): 917 – 922.
11. Solomon CG. Anterior Cruciate Ligament Tear. *N Engl J Med*. 2019;380: 2341-8.
12. Kaeding CC, St-Jean BL, Magnussen RA. Epidemiology and Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clin Sports Med*. 2017; 36(1): 1 – 8.
13. Kiapour AM, Murray MM. Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair. *Bone Joint Res*. 2014;3(2):20-31.
14. Dandy DJ, Edwards DJ. *Essential Orthopaedics and Trauma*. 5<sup>th</sup> ed. Edinburgh: Elsevier;2009.
15. Décarry S, et al. Clinical diagnosis of partial or complete anterior cruciate ligament tears using patients' history elements and physical examination tests. *PLoS One*. 2018;13(6):e0198797
16. Breukers M, Haase D, Konijnenberg S, Klos TV, Dinant GJ, Ottenheijm RPG. Diagnostic accuracy of dynamic ultrasound imaging in partial and complete anterior cruciate ligament tears: a retrospective study in 247 patients. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2019;5(1):e000605.
17. Chen PT, et al. Sonography of the Normal Anterior Cruciate Ligament: A Preliminary Report. *J med Ultrasound*. 2013; 21(1):16 – 20.
18. Kumar S, Kumar A, Kumar S, Kumar P. Functional Ultrasonography in Diagnosing Anterior Cruciate Ligament Injury as Compared to Magnetic Resonance Imaging. *Indian J Orthop*. 2018;52(6):638-644.
19. Qayyum A, et al. Accuracy of Ultrasound in Detection of Anterior Cruciate Ligament Tear of Knee in Comparison to Magnetic Resonance Imaging. *Pak Armed Forces Med J*. 2019; 69(6):1315-19.
20. Brant WE, Helms CA. *Fundamentals of Diagnostic Radiology*. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2012.
21. Filbay SR, Grindem H. Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2019;33(1):33-47.
22. Raines BT, Naclerio E, Sherman SL. Management of Anterior Cruciate Ligament Injury: What's In and What's Out?. *Indian J Orthop*. 2017;51(5):563-575.
23. Dhammi IK, Rehan-UI-Haq, Kumar S. Graft choices for anterior cruciate ligament reconstruction. *Indian J Orthop*. 2015;49(2):127-8.
24. Duchman KR, Lynch TS, Spindler KP. Graft Selection in Anterior Cruciate Ligament Surgery: Who gets What and Why? *Clin Sports Med*. 2017;36(1):25-33.
25. Macaulay AA, Perfetti DC, Levine WN. Anterior cruciate ligament graft choices. *Sports Health*. 2012;4(1):63-8.
26. Mahapatra P, Horriat S, Anand BS. Anterior cruciate ligament repair - past, present and future. *J Exp Orthop*. 2018;5(1):20.
27. Molini L, Bianchi S. US in Peroneal Tendon Tear. *J Ultrasound*. 2014;17:125–134.
28. European Society of Musculoskeletal Radiology (ESSR). *Musculoskeletal Ultrasound Technical Guideline VI Ankle*. 2016. [Internet] Diambil dari: <https://essr.org/content-essr/uploads/2016/10/ankle.pdf>
29. Taljanovic MS, et al. High-Resolution US and MR Imaging of Peroneal Tendon Injuries. *RadioGraphics*. 2015;35(1):179–199.
30. Bruin DB, von Piekartz H. Musculoskeletal management of a patient with a history of



- chronic ankle sprains: identifying rupture of peroneal brevis and peroneal longus with diagnostic ultrasonography. *J Chiropr Med*. 2014;13(3):203-9.
31. Flaherty E, et al. MR Imaging of Ankle Anatomy and Review of Common Ankle Pathologies. *ESR*. 2015.
  32. Rhatomy S, et al. Single Bundle ACL Reconstruction with peroneus longus tendon graft: 2-years follow up. *J Clin Orthop Trauma*. 2020; 11(3): S332-6.
  33. Rhatomy S, Asikin AI, Wardani AE, Rukmoyo T, Lumban-Gaol I, Budhiparama NC. Peroneus longus autograft can be recommended as a superior graft to hamstring tendon in single-bundle ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019 Nov;27(11):3552-9.
  34. Rudy, Mutstamsir E, Phatama KY. Tensile strength comparison between peroneus longus and hamstring tendons: A biomechanical study. *Int J Surg Open*. 2017; 9: 41 – 4.
  35. Shi FD, Hess DE, Zuo JZ, Liu SJ, Wang XC, Zhang Y, Meng XG, Cui ZJ, Zhao SP, Li CJ, Hu WN. Peroneus Longus Tendon Autograft is a Safe and Effective Alternative for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Knee Surg*. 2019 Aug;32(8):804-11.
  36. Lit CT, Lu YC, Huang CH. Half-peroneus-longus-tendon graft augmentation for unqualified hamstring tendon graft of anterior cruciate ligament. *J Orthop Sci*. 2015; 20:854 – 60.
  37. Angthong C, Chernchujit B, Apivatgaroon A, Chaijenkit K, Nualon P, Suchao-in K. The anterior cruciate ligament reconstruction with the peroneus longus tendon: a biomechanical and clinical evaluation of the donor ankle morbidity. *J Med Assoc Thai*. 2015;98(6):555e60.
  38. Song X, Li Q, Wu Z, Xu Q, Chen D, Jiang Q. Predicting the graft diameter of the peroneus longus tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(44):e12672.
  39. Magnussen RA, Lawrence JT, West RL, et al. Graft size and patient age are predictors of early revision after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Arthroscopy*. 2012;28:526–31.
  40. Snaebjornsson T, Hamrin Senorski E, Ayeni OR, et al. Graft diameter as a predictor for revision anterior cruciate ligament reconstruction and KOOS and EQ-5D values: a cohort study from the Swedish National Knee Ligament Register based on 2240 patients. *Am J Sports Med*. 2017;45:2092–7.
  41. Sakti M, Biakto KT, Usman MA, Tedjajuwana MJ, Pasallo P, Subagio ES. Predicting the peroneus longus tendon autograft size in ACL reconstruction by using anthropometric parameters: A study in South Sulawesi population. *J Orthop*. 2020;25:22:1-4.
  42. Erquicia JI, Gelber PE, Doreste JL, Pelfort X, Abat F, Monllau JC. How to improve the prediction of quadrupled semitendinosus and gracilis autograft sizes with magnetic resonance imaging and ultrasonography. *Am J Sports Med*. 2013;41(8):1857-1863.
  43. Sumanont S, Mahaweerawat C, Boonrod A, Thammaroj P, Boonrod A. Preoperative Ultrasound Evaluation of the Semitendinosus Tendon for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sports Med*. 2019;7(1):1 – 5.
  44. Astur Diego DC, et al. Ultrasonography for evaluation of hamstring tendon diameter: is it possible to predict the size of the graft?. *Rev bras Ortop*. 2018 ;53( 4 ):404-409.
  45. Momaya AM, Beicker C, Siffri P, et al. Preoperative Ultrasonography Is Unreliable in Predicting Hamstring Tendon Graft Diameter for ACL Reconstruction. *Orthop J Sports Med*. 2018;6(1)1-5.
  46. Leiter J, Elkurbo M, McRae S, Chiu J, Froese W, MacDonald P. Using pre-operative MRI to predict intraoperative hamstring graft size for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 Jan;25(1):229-235.
  47. Galanis N, et al. Correlation between semitendinosus and gracilis tendon cross-sectional area determined using ultrasound, magnetic resonance imaging and intraoperative tendon measurements. *J Electromyogr Kinesiol*. 2016; 26:44-51