

## PERBANDINGAN CNR MRI *KNEE JOINT* PASIEN *LIGAMENT INJURY* : STUDI KOMPARASI KOMBINASI *FLIP ANGLE* DAN *TIME INVERSION*

Fina Widya Risma<sup>1\*</sup>, I Putu Eka Juliantara<sup>2</sup>, Ni Luh Putu Sari Widari<sup>3</sup>

Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Indonesia<sup>1,2,3</sup>

\*Corresponding Author : finawidyarisma18@gmail.com

### ABSTRAK

Salah satu sekuen digunakan untuk penekanan lemak yaitu sagittal PD *fat suppression*. *Inversion Pulse* dan *Time Inversion* salah satu faktor yang berpengaruh pada hasil SNR dan CNR. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh penerapan kombinasi *flip angle* dan *time inversion* MRI *Knee Joint* klinis *ligament injury* sekuen *sagittal PD fat suppression* dan untuk mengetahui nilai *flip angle* dan *time inversion* yang optimal terhadap nilai kontras jaringan (CNR). Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Sampel penelitian yaitu 10 pasien *Knee Joint* dengan klinis *ligament injury*, masing-masing sampel diterapkan sekuen PD *fat suppression* dengan menambahkan kombinasi *flip angle* 130° *time inversion* 80 ms, dan *flip angle* 120° *time inversion* 90 ms. Data yang diperoleh diolah menggunakan Radiant DICOM, dianalisis dengan uji normalitas serta uji Wilcoxon menggunakan SPSS 26. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data CNR tidak berdistribusi normal ( $p < 0,05$ ). Uji Wilcoxon menunjukkan perbedaan signifikan antara kombinasi satu dan dua pada MRI *Knee Joint* dengan cedera *ligament* pada potongan *sagittal PD Fat Suppression* ( $p = 0,000$ ). kombinasi *flip angle* 130° *time inversion* 80 ms dinilai mampu menghasilkan CNR yang lebih optimal dibandingkan dengan kombinasi *flip angle* 120° *time inversion* 90 ms. dilihat dari nilai *mean rank* pada kombinasi *flip angle* 130° *time inversion* 80 ms yaitu 20,97 sedangkan pada kombinasi *flip angle* 120° *time inversion* 90 ms yaitu 16,25. Terdapat perbedaan kontras jaringan (CNR) pada pemeriksaan MRI *knee joint* kasus *ligament injury* dengan penerapan kombinasi *Flip Angle* dan *Time inversion*. kombinasi *Flip Angle* 130° dan *Time inversion* 80ms merupakan kombinasi paling optimal dalam menampilkan kontras jaringan (CNR).

**Kata kunci** : CNR, *flip angle*, *ligament injury*, *time inversion*

### ABSTRACT

One of the sequences used for fat suppression is sagittal PD fat suppression. Pulse Inversion and Time Inversion are one of the factors that affect the SNR and CNR results. The purpose of the study was to determine the effect of applying a combination of flip angle and time inversion of MRI Knee Joint clinical ligament injury sagittal PD fat suppression sequence and to determine the optimal flip angle and time inversion value on the value of tissue contour (CNR). This study is a quantitative study with an experimental approach. The research samples were 10 Knee Joint patients with clinical ligament injury, each sample was applied PD fat suppression sequences by adding a combination of flip angle 130° time inversion 80 ms, and flip angle 120° time inversion 90 ms. The data obtained were processed using Radiant DICOM, analyzed by normality test and Wilcoxon test using SPSS 26. The results of the normality test showed that the CNR data were not normally distributed ( $p < 0,05$ ). The Wilcoxon test showed a significant difference between the combination of one and two on MRI of the Knee Joint with ligament injury in the sagittal cut of PD Fat Suppression ( $p = 0,000$ ). The combination of flip angle 130° time inversion 80 ms is considered capable of producing more optimal CNR compared to the combination of flip angle 120° time inversion 90 ms. seen from the mean rank value in the combination of flip angle 130° time inversion 80 ms is 20,97 while in the combination of flip angle 120° time inversion 90 ms is 16,25. There is a difference in tissue contrast (CNR) on MRI examination of the knee joint ligament injury case with the application of a combination of Flip Angle and Time inversion. the combination of Flip Angle 130° and Time inversion 80 ms is the most optimal combination in displaying tissue contrast (CNR).

**Keywords** : CNR, *ligament injury*, *flip angle*, *time inversion*

## PENDAHULUAN

Salah satu modalitas pencitraan yang mampu memvisualisasikan *Ligament Injury* yaitu *Magnetik Resonance Imaging* (MRI) sebuah teknologi dibidang radiologi yang merupakan alat penunjang kesehatan *non-invasif*. Teknologi ini memanfaatkan atom hydrogen yang terdapat di dalam tubuh manusia dengan menggunakan medan magnet, gelombang radio dan komputer. MRI juga mampu menghasilkan gambaran dengan irisan anatomi tubuh secara multiplanar dengan kontras resolusi yang sangat baik antara berbagai jenis jaringan lunak di dalam tubuh (Wahyudiarti et al., 2021).

Keunggulan dari MRI yaitu kemampuannya untuk menghasilkan citra tubuh dengan potongan sagital, axial, dan coronal tanpa menggunakan radiasi ionisasi. Pemeriksaan MRI sangat efektif dalam menampilkan berbagai struktur anatomi seperti jaringan otot, cairan sumsum tulang belakang, pembuluh darah, jaringan pengikat, cartilago, sumsum tulang, serta jaringan lunak lainnya. Kualitas citra yang tinggi ini membuat MRI menjadi pilihan utama dalam diagnosis medis, termasuk untuk pemeriksaan *knee Joint*(T. D. Astuti et al., 2016).

*Knee joint* merupakan sendi terbesar di dalam tubuh yang terdiri dari dua komponen utama, yakni sendi *tibiofemoral* dan sendi *patellofemoral*. Sendi lutut terdiri dari dua pertemuan, yaitu antara tulang paha (*femur*) dan tulang betis (*tibia*), yang dikelilingi oleh jaringan lemak, *tendon*, *meniskus*, dan *ligament* untuk menjaga *stabilitas* dan *fleksibilitas* sendi (Kusumaningrum et al., 2019). Cedera pada *ligament injury* dapat terjadi karena dampak benturan saat jatuh, kontak fisik, atau gerakan tiba-tiba seperti berhenti atau mengubah arah dengan cepat ke depan, belakang, atau berputar secara berlebihan, yang dapat menyebabkan kerusakan pada *ligament* (Syafaat, 2019).

Lemak bisa menjadi masalah dalam pemeriksaan MRI seperti pada MRI *knee* karena lemak mengelilingi struktur anatomi sendi lutut. Lemak adalah molekul dengan atom hidrogen yang berlimpah dalam cairan tubuh. Dalam beberapa kasus, MRI lutut menghadapi kesulitan membedakan lemak dari jaringan lunak. Untuk mengatasi ini, diperlukan teknik yang dapat menekan sinyal lemak tanpa mengganggu citra jaringan lainnya. Teknik ini sering dikenal sebagai teknik *fat suppression*(Wu et al., 2014).

Teknik *fat-suppression* merupakan elemen penting dalam pencitraan muskuloskeletal menggunakan MRI. Teknik ini memungkinkan fokus pada struktur air dalam tubuh, meningkatkan akurasi visualisasi pada detail jaringan non-lemak seperti otot, tulang, dan ligament. Beberapa metode *fat-suppression* yang umum digunakan meliputi *Fat Saturation* (Fat-Sat), *Water Excitation*, Dixon, *Short Tau Inversion Recovery* (STIR), *Spectral Adiabatic Inversion Recovery* (SPAIR), dan *Spectral Presaturation Inversion Recovery*(SPIR)(Grande et al., 2014).

SPIR merupakan teknik gabungan yang memadukan pulsa radio (RF) pencampuran untuk lemak dan gradien spoiler (serupa dengan teknik CHESS), yang bekerja bersama-sama dengan pembatalan magnetisasi sisa lemak secara longitudinal. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra MRI dengan mengoptimalkan representasi struktur jaringan dan mengurangi artefak yang disebabkan oleh sifat-sifat lemak dalam citra(Fujianto et al., 2016). Teknik SPIR membedakan diri dengan cara eksitasi selektif pada inti lemak, berbeda dari metode konvensional yang menggunakan sudut  $180^\circ$  dalam urutan *inversion recovery*. Proses pencitraan dimulai ketika proton lemak mencapai titik nol magnetisasi longitudinal tanpa perlu melakukan inversi  $180^\circ$  penuh, yang menghemat waktu. Dengan menekankan hanya pada lemak, teknik ini menghasilkan saturasi yang lebih optimal daripada metode inversi konvensional. Namun, perlu dicatat bahwa kelemahan teknik SPIR adalah sensitivitas terhadap ketidakseragaman di area B1(Ribeiro et al., 2013).

Kualitas citra dalam pemeriksaan MRI dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti Signal to Noise Ratio (SNR), *Contrast to Noise Ratio* (CNR), *Resolusi Spatial*, dan waktu pemindaian

(*scan time*). Setiap aspek kualitas gambar dipengaruhi oleh parameter khusus. CNR merujuk pada perbedaan SNR antara dua area yang berdekatan dan menjadi optimal ketika mampu menggambarkan anatomi normal dan kondisi patologis dengan jelas. CNR mungkin merupakan faktor paling penting yang memengaruhi kualitas gambar, karena secara langsung menentukan kemampuan mata untuk membedakan area dengan sinyal tinggi dari area dengan sinyal rendah (W. Astuti et al., 2022). Menurut Westbrook, CNR ditentukan berdasarkan perbedaan SNR antara wilayah atau organ yang berdekatan. CNR merupakan faktor penting yang mempengaruhi kualitas gambar karena menentukan kemampuan untuk membedakan area dengan intensitas sinyal tinggi dan rendah (Westbrook, 2019).

Parameter *Inversion Pulse* dan *Time Inversion* adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kontras citra yang dihasilkan. Penggunaan nilai *Inversion Pulse* adalah salah satu faktor yang mempengaruhi gambaran MRI *Knee Joint* yang baik ditinjau dari (Rasyid et al., 2017). Untuk menekan sinyal lemak dalam gambar MRI, teknik pencitraan SPIR (*Spectral Presaturation with Inversion Recovery*) menggunakan *inversion pulse*, yang memiliki rentang sudut antara 100° dan 140° menurut (Indrati, 2017). Dalam pencitraan resonansi magnetik (MRI), pemilihan nilai *time inversion* (TI) sangat penting untuk mengontrol kontras pada hasil gambar. Kesalahan dalam menentukan nilai TI dapat memengaruhi tingkat supresi lemak serta *Contrast to Noise Ratio* (CNR). Pada akhirnya, ini akan berdampak pada kualitas gambar MRI secara keseluruhan. Oleh karena itu, menentukan nilai TI yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa prosedur pencitraan MR berjalan dengan baik dan mendapatkan gambar terbaik. Berdasarkan buku MRI Parameters and Positioning, 2nd Edition diperoleh nilai *Time Inversion* (TI) yang digunakan untuk pencitraan *Knee Joint* menggunakan resonansi magnetik (MR) berkisar antara 80 ms hingga 90 ms (Smith, 2020).

Berdasarkan hasil observasi yang penulis lakukan di instalasi radiologi RSD Mangusada Badung, jumlah pemeriksaan MRI *knee joint* setiap bulannya berkisar 10-15 pemeriksaan. Pada pemeriksaan MRI *Knee joint* di instalasi radiologi RSD Mangusada Badung sekuen rutin yang digunakan adalah Axial PDW, Axial T2, Sagital PDW, Sagital T2, Coronal T1, Coronal T2 FS ACL 2mm, Sagital T2 FS 2mm. Sequence yang digunakan untuk menilai patologi pada pemeriksaan mri *knee joint* adalah Sagital PDW, fat sat yang digunakan adalah SPIR, dimana SPIR mampu memperlihatkan *ligament* dengan jelas, sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan membandingkan kombinasi *Flip Angle* 130 dan *Time Inversion* 80 ms, *Flip Angel* 120 dan *Time Inversion* 90 ms di instalasi radiologi.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui apakah ada perbedaan kontras jaringan MRI *knee joint* pada kasus *ligament injury* dengan penerapan kombinasi *Flip Angle* dan *Time inversion*, serta bertujuan untuk mengetahui kombinasi manakah yang kontras jaringannya lebih optimal pada *Flip Angle* dan *Time inversion* dengan kasus *ligament injury* potongan sagital PD Fat Suppression.

## METODE

Pada penelitian ini penulis menggunakan penelitian kuantitatif analitik dengan pendekatan eksperimental. Pada penelitian ini juga sampel yang digunakan yaitu 10 pasien dengan klinis *ligament injury*. Dimana masing-masing pasien akan diterapkan sekuen PD *Fat Suppression* dengan menambahkan kombinasi *flip angle* dan *time inversion*, kombinasi satu yaitu FA 130 TI 80, kombinasi kedua yaitu FA 120 TI 90. Pengambilan data dilakukan pada bulan April-Mei 2024 di RSD Mangusada Badung. Pesawat MRI yang digunakan yaitu merk Seimens 1,5 Tesla. Prosedur penelitian yaitu didapatkan hasil citra MRI *knee Joint* dengan klinis *ligament injury* dalam bentuk *raw data* (format DICOM) setelah itu dilakukan pengukuran *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast to Noise Ratio* (CNR) pada daerah yang akan dievaluasi dan pada daerah *background* untuk mengetahui rata-rata sinyal dari masing-masing citra.

Pengukuran SNR dari masing-masing citra dilakukan dengan cara memberikan *Region of Interest (ROI)* pada *cartilage*, *ACL*, *PCL*, lemak dan *bone marrow* dengan ukuran ROI yang sama. Nilai *mean signal* objek yang di ukur sama dengan *mean SD Noise* pada *background*. dilanjutkan dengan pengukuran CNR masing masing citra dengan cara menghitung selisih antara dua jaringan yang berdekatan.

CNR dalam penelitian ini adalah selisish antara SNR *cartilage* dengan *bone marrow*, SNR *ACL* dengan *bone marrow*, SNR *PCL* dengan *bone marrow*, SNR lemak dengan *bone marrow*. Data hasil pengukuran CNR dicatat pada lebar *worksheet* kemudian dianalisis menggunakan SPSS. Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan SPSS dengan melakukan uji normalitas terlebih dahulu terhadap sebaran data untuk mengetahui sebaran data tersebut berdistribusi normal ( $\text{sig} > 0,05$ ) atau tidak berdistribusi normal ( $\text{sig} < 0,05$ ). Setelah dilakukan uji normalitas dan data disimpulkan berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji parametrik menggunakan metode uji paired t test, dan jika data disimpulkan tidak berdistribusi normal maka akan dilanjutkan dengan uji non parametrik menggunakan metode uji wilcoxon. Pada analisis data ditetapkan tingkat kepercayaan (*level of significance*) dengan nilai 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Dimana dasar untuk pengambilan keputusan yaitu apabila nilai  $\text{sig} < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima.

## HASIL

Penelitian dilakukan di instalasi Radiologi Rumah Sakit Daerah Mangusada mengenai penerapan kombinasi *Flip Angel* dan *Time Inversion* pada MRI Knee joint dengan kasus *Ligament Injury* potongan sagittal PD *Fat Suppression*: evaluasi terhadap nilai kontras jaringan (CNR). Alat yang digunakan di Rumah Sakit Daerah Mangusada yaitu alat MRI merk Siemens 1,5 tesla, sekuen yang digunakan untuk penelitian ini yaitu sekuen sagittal PD *Fat Suppression*.

### Deskripsi Sampel

Sampel yang digunakan pada saat pengambilan data yaitu 10 data pasien dengan klinis *Ligament Injury* berdasarkan lembar surat pengantar yang dibawa untuk menjalani pemeriksaan *knee joint*. Sekuen yang digunakan yaitu sagittal PD *Fat Suppression*. Karakteristik sampel berdasarkan jenis kelamin

**Tabel 1. Karakteristik Sampel Berdasarkan Jenis Kelamin**

Jenis Kelamin	Jumlah	presentase
Laki-laki	6	60%
perempuan	4	40%
<b>Total</b>	10	100%

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa besar sampel sebanyak 10 dan sebagian besar pasien dalam penelitian ini berjenis kelamin laki-laki yaitu sebanyak 6 pasien (60%) dan sisanya berjenis kelamin perempuan sebanyak 4 pasien (40%).

### Karakteristik Sampel Berdasarkan Usia

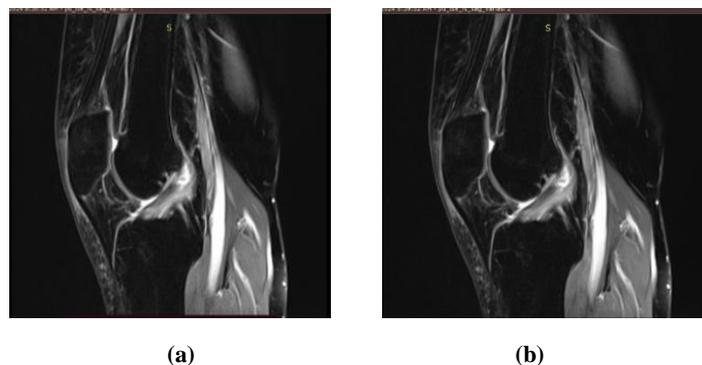
**Tabel 2. Karakteristik Sampel Berdasarkan Usia**

Kategori Usia	Jumlah	Presentase
Remaja (12-18 tahun)	2	20%
Dewasa (19-59 tahun)	7	70%
Lanjut Usia (>60 tahun)	1	10%
<b>Total</b>	10	100%

Berdasarkan tabel 2 diketahui bahwa sebagian besar kategori usia pasien dalam penelitian ini paling banyak pada kategori usia 19 tahun hingga 59 tahun dengan jumlah sebanyak 7 pasien (70%), sedangkan sisanya berada pada kategori usia remaja dengan rentan usia 12 tahun hingga 18 tahun sebanyak 2 pasien (20%) dan kategori lanjut usia dengan rentan usia diatas 60 tahun sebanyak satu orang pasien (10%).

### Hasil Citra MRI *Knee Joint* terhadap Kombinasi *Flip Angle* dan *Time Inversion* pada Pemeriksaan MRI *Knee Joint* dengan Klinis *Ligament Injury* Potongan Sagittal PD *Fat Suppression*

Pada 10 sampel pasien yang melakukan pemeriksaan MRI *Knee joint* dengan klinis *ligament injury* dilakukan 2 perlakuan variasi *flip angle* dan *time inversion* pada potongan sagittal pd *fat suppression* kombinasi variasi yang pertama yaitu *flip angle* 130° dan *time inversion* 80, variasi yang kedua yaitu *flip angle* 120° dan *time inversion* 90. Salah satu hasil citra dari kombinasi *flip angle* dan *time inversion* adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil Citra *Knee Joint* Sagittal PD *Fat Suppression* Sampel 2 (a) Kombinasi FA 130, TI 80 (b) Kombinasi FA 120, TI 90

Selanjutnya dilakukan pengukuran kualitas citra berupa *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contras to Noise Rasio* (CNR) dengan cara memberikan *Region of Interest* (ROI) ukuran 0,1 cm<sup>2</sup> menggunakan aplikasi radiant DICOM pada citra anatomi yang akan dinilai meliputi *Cartilage*, *Anterior crusiate ligament* (ACL), *posterior crusiate ligament* (PCL), lemak, *bone marrow* serta *background* (noise).

### Hasil Pengukuran Nilai SNR dan CNR pada Citra Pengukuran Nilai SNR

Sebelum dilakukan pengukuran CNR, hasil citra terlebih dahulu dilakukan pengukuran SNR agar dapat dihitung CNR citranya. Setelah hasil citra dilakukan ROI pada anatomi dan patologi yang akan diukur, maka selanjutnya akan dilanjutkan dengan mengukur nilai SNR. Nilai *mean signal* objek yang diukur dapat dilihat pada angka *mean* pada keterangan angka sesuai objek yang diukur, sedangkan untuk nilai *mean SD Noise* didapatkan dari nilai rata SD *Noise* pada keempat titik ROI pada *background*.

### Pengukuran Nilai CNR

Pengukuran nilai CNR dilakukan dengan cara menghitung selisih antara nilai SNR dari dua organ anatomi atau patologi yang saling berdekatan. Pada penelitian ini, organ anatomi dan patologi yang dimaksud yaitu selisih antara SNR *Cartilage* dengan SNR *Bone Marrow*, selisih SNR ACL dengan *Bone Marrow*, selisih SNR PCL dengan *Bone Marrow*, selisih SNR Lemak dengan *Bone Marrow*.

Setelah dilakukan pengukuran CNR pada 10 sample pasien MRI *Knee joint* klinis *ligament injury*, maka didapatkan nilai pengukuran CNR yaitu sebagai berikut :

**Tabel 3. Hasil Pengukuran CNR MRI *Knee Joint Sagittal PD Fat Suppression***

Px	<i>Cartilage-Bone Marrow</i>		<i>ACL-Bone Marrow</i>		<i>PCL-Bone Marrow</i>		<i>Lemak -Bone Marrow</i>	
	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2
1.	81,26	80,95	61,40	60,33	2,04	2,04	1,61	1,53
2.	83,95	82,27	62,91	62,38	5,69	5,05	1,61	1,54
3.	99,79	98,28	77,12	75,96	4,03	3,73	1,76	1,70
4.	78,21	76,26	58,34	56,87	8,73	7,07	2,94	2,84
5.	92,09	87,06	69,40	67,94	3,76	2,52	1,81	1,72
6.	87,44	81,40	66,52	62,36	4,87	4,65	1,75	1,28
7.	77,78	77,15	58,27	57,71	3,89	3,06	1,43	1,34
8.	90,98	86,20	46,03	43,24	5,38	4,85	0,87	1,36
9.	65,08	60,99	96,56	99,23	4,01	4,29	1,40	1,04
10.	99,57	95,23	53,30	47,85	4,68	4,38	1,58	1,67

Data hasil pengukuran CNR MRI *Knee Joint Sagittal PD fat suppression* dengan klinis *Ligament Injury* berdasarkan table 3 kemudian diolah secara statistik menggunakan *software SPSS 26*. Pada tabel 4 menunjukkan deskripsi statistik data CNR MRI *Knee Joint* dengan klinis *ligament injury* pada potongan *sagittal PD Fat Supression* dimana variasi satu yaitu FA 130 dan TI 80, variasi dua yaitu FA 120 dan TI yang akan dilakukan uji statistik.

**Tabel 4. Deskriptive Statistics**

Metode <i>filling</i>	<i>K-Space</i>	Jumlah Data	Total	Range	Min	Max	Mean	Std. Deviasi
<i>Variasi 1 FA 130, TI 80</i>		40		98,92	.87	99,80	39,250	38,229
<i>Variasi 2 FA 120, TI 90</i>		40		98,19	1,05	99,23	37,937	37,283

Tabel 4 menunjukkan deskripsi data CNR MRI *Knee Joint* dengan klinis *ligament injury* pada potongan *sagittal PD Fat Supression* dimana memiliki jumlah total sebesar 80 data pada kedua kombinasi. Kombinasi satu menunjukkan nilai minimum atau nilai CNR paling rendah yaitu 0,87 dan nilai maximum atau nilai CNR paling tinggi yaitu 99,80 sehingga *range* atau rentang antara nilai minimum dan maximum CNR yang diperoleh pada kombinasi satu yaitu sebesar 98,92. Sedangkan untuk kombinasi 2 menunjukkan nilai minimum atau nilai CNR paling rendah yaitu 1,05 dan nilai maximum atau nilai CNR paling tinggi yaitu 99,23 sehingga *range* atau rentang antara nilai minimum dan maximum yang diperoleh pada kombinasi dua yaitu sebesar 98,19.

### Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui jenis sebaran data berdistribusi normal atau tidak. Apabila berdistribusi normal dilanjutkan uji parametrik test sedangkan jika data berdistribusi tidak normal maka dilanjutkan dengan uji non-parametrik test.

**Tabel 5. Hasil Uji Normalitas CNR**

<b>Kolmogrov-Smirnov <sup>a</sup></b>			
	Statistik	df	Sig
<b>Variasi 1</b>	0,288	40	0,000
<b>Variasi 2</b>	0,296	40	0,000

Berdasarkan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov(karena data yang diuji lebih dari 50 data) pada nilai CNR diperoleh nilai signifikansi (*P-value*) untuk kombinasi satu dan

kombinasi dua  $< 0,05$ , maka dapat disimpulkan bahwa sebaran data CNR MRI *Knee Joint* dengan klinis *ligament injury* pada potongan *sagittal PD Fat Supression* berdistribusi tidak normal, sehingga dilanjutkan dengan menggunakan uji statistik non-parametrik (uji Wilcoxon).

### Hasil Uji Wilcoxon

Uji *Wilcoxon* digunakan untuk menguji hipotesis, dengan dasar pengambilan keputusan berdasarkan nilai *Asymp. Sig (2-tailed)*. Jika nilai *Asymp. Sig (2-tailed)*  $<$  dari  $0,05$  maka  $H_a$  diterima dan  $H_0$  ditolak, namun sebaliknya apabila nilai *Asymp. Sig (2-tailed)*  $>$  dari  $0,05$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak.

**Tabel 6. Hasil Uji Wilcoxon**

	Variasi 2 FA 120 TI 80- Variasi 1 FA 130 TI 90
Z	-4,637 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Berdasarkan hasil uji wilcoxon pada tabel 6 didapatkan nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* bernilai  $0,000$ . Karena nilai sig  $0,000 <$  dari  $0,05$ , maka dapat disimpulkan bahwa  $H_a$  diterima dan  $H_0$  ditolak. Artinya terdapat perbedaan *Contrast to Noise Ratio (CNR)* pada MRI *Knee Joint* kombinasi satu dan kombinasi dua dengan klinis *ligament injury* pada potongan *sagittal PD Fat Supression*.

### Hasil Uji Mean Rank

Hasil *mean rank* diperoleh dari *output rank* pada uji statistik wilcoxon yang dilakukan pada data CNR MRI *Knee Joint* kombinasi satu dan kombinasi dua dengan klinis *ligament injury* pada potongan *sagittal PD Fat Supression*. Nilai *mean rank* digunakan untuk menunjukkan kombinasi yang dapat menghasilkan CNR paling optimal. Nilai *mean rank* yang lebih besar dinilai dapat menghasilkan CNR yang lebih optimal dibandingkan nilai *mean rank* yang lebih kecil.

**Tabel 7. Hasil Mean Rank**

	N	Mean rank
Variasi 2 – variasi 1	Negative ranks	36 <sup>a</sup> 20,97
	Positive rank	4 <sup>b</sup> 16,25
	Ties	0 <sup>c</sup>
	Total	40

Berdasarkan tabel 7 didapatkan nilai *negative ranks* sebesar  $20,97$  dengan total  $36$  data dari total  $40$  data yang dilakukan pengujian. Sedangkan nilai *positif ranks* diperoleh nilai  $16,25$  dengan total  $4$  data dari total  $40$  data yang dilakukan pengujian, sehingga hasil tersebut menunjukkan bahwa CNR kombinasi *Flip Angle* dan *Time Inversion* menggunakan kombinasi satu lebih kecil dibandingkan kombinasi 2. Karena nilai *mean rank* pada kombinasi satu yaitu  $20,97$  dan nilai *mean rank* pada kombinasi dua yaitu  $16,25$ . Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa data CNR MRI *Knee Joint* dengan klinis *ligament injury* pada potongan *sagittal PD Fat Supression* kombinasi satu dapat menghasilkan CNR yang lebih optimal dibandingkan kombinasi dua.

## PEMBAHASAN

Kualitas citra MRI dipengaruhi beberapa faktor seperti *Signal to Noise Ratio (SNR)*, *Contrast to Noise Ratio (CNR)*, *Resolusi Spatial*, dan waktu pemindaian (*scan time*). SNR dan

CNR merupakan kriteria yang penting dalam menghasilkan gambaran yang baik dan waktu yang *scan* yang pendek dengan resolusi yang tinggi dan sedikit artefak (W. Astuti et al., 2022). Menurut Westbrook, CNR ditentukan berdasarkan perbedaan SNR antara wilayah atau organ yang berdekatan. CNR merupakan faktor penting yang mempengaruhi kualitas gambar karena menentukan kemampuan untuk membedakan area dengan intensitas sinyal tinggi dan rendah (Westbrook, 2019).

Hasil uji hipotesa menggunakan uji Wilcoxon pada nilai CNR menunjukkan nilai signifikansi (p-value)  $0,000 <$  dari  $0,05$ , maka dapat disimpulkan bahwa  $H_a$  diterima dan  $H_0$  ditolak, yang artinya terdapat perbedaan *Contrast to Noise Ratio* (CNR) pada MRI *Knee Joint* kombinasi satu dan kombinasi dua dengan klinis *ligamen injury* pada potongan *sagittal PD Fat Supression*. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa hasil perhitungan nilai SNR dan CNR sudah sesuai dengan teori menurut (Indrati, 2017), didapatkan nilai pada *inversion pulse* untuk pencitraan lemak pada SPIR yaitu 100-140. Sehingga kombinasi *Flip Angle* 130 dan *Time Inversion* 80 yang jauh lebih baik dalam hal peningkatan nilai CNR dan peningkatan penekanan lemak.

Ditinjau dari teori Menurut (Westbrook, 2014) *inversion pulse* akan mempengaruhi nilai SNR dan CNR pada objek atau gambar yang diperiksa. jika nilai *inversion pulse* semakin tinggi maka nilai SNR yang dihasilkan akan rendah dalam artian penekanan lemak akan semakin baik. Nilai *mean rank* merupakan nilai rata-rata peringkat dari pengujian yang dilakukan pada data sample yang digunakan untuk melihat kombinasi manakah yang dapat memberikan kontras jaringan CNR yang optimal antara kombinasi satu dan kombinasi dua.

Dapat dilihat pada nilai *mean rank* (tabel 7) menunjukkan nilai didapatkan nilai negative ranks sebesar 20,97 dengan total 36 data dari total 40 data yang dilakukan pengujian. Sedangkan nilai *positif ranks* diperoleh nilai 16,25 dengan total 4 data dari total 40 data yang dilakukan pengujian, sehingga hasil tersebut menunjukkan bahwa CNR kombinasi *Flip Angle* dan *Time Inversion* menggunakan kombinasi dua lebih kecil dibandingkan kombinasi satu. Karena nilai *mean rank* pada kombinasi dua yaitu 16,25 dan nilai *mean rank* pada kombinasi satu yaitu 20,97.

Pada penelitian ini lebih ditekankan pada keberhasilan dalam melakukan supresi atau penekanan lemak sehingga kombinasi *Flip Angle* 130° dan *Time Inversion* 80 ms adalah kombinasi yang paling optimal dalam menampilkan kejelasan anatomi *Cartilage*, *Anterior Cruciate Ligament*, *Posterior Cruciate Ligament*, dan sinyal lemak dibandingkan dengan kombinasi *inversion pulse* dan *Time inversion* lainnya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di RSD Mangusada Badung, maka dapat diambil kesimpulan yaitu: terdapat perbedaan kontras jaringan *Contrast to Noise Ratio* (CNR) pada pemeriksaan MRI *Knee Joint* pada kasus *ligament injury* dengan penerapan kombinasi *Flip Angle* Dan *Time inversion*. Pada penelitian ini kombinasi yang dapat memberikan *Contrast to Noise Ratio* (CNR) paling optimal pada pemeriksaan MRI *knee joint* pada kasus *ligament injury* dengan penerapan kombinasi *Flip Angle* dan *Time inversion* yaitu kombinasi satu *Flip Angle* 130° dan 80ms.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis sampaikan kepada pembimbing di kampus dan juga pembimbing di lapangan yang telah banyak membantu selama proses penelitian. Serta ucapan terimakasih penulis kepada kedua orang tua yang senantiasa mendoakan serta memberikan dukungan baik moril maupun material.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, T. D., Murniati, E., & Mulyati, S. (2016). Analisis Informasi Citra MRI Genu Potongan Aksial antara Sekuen Short TAU Inversion Recovery (STIR) dan Sekuen T2-Spectral Attenuation Inversion Recovery (T2-SPAIR). *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 2(1), 103–110. <https://doi.org/10.31983/jimed.v2i1.3165>
- Astuti, W., Putu, I., Juliantara, E., Wayan, I., Sugiantara, A., Radiodiagnostik, A. T., & Bali, R. (2022). Humantech Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia Penerapan Kombinasi Inversion Pulse Dan Time Inversion Pada Mri Knee Joint Sekuen Axial-T2 Spir. *Humantech Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia Penerapan Kombinasi Inversion Pulse Dan Time Inversion Pada Mri Knee Joint Sekuen Axial-T2 Spir*, 2.
- Fujianto, S., Sugiyanto, S., & Katili, M. I. (2016). Analisis Variasi Nilai Time Repetition (TR) dan Time Inversion (TI) terhadap Informasi Anatomi Sekuens Turbo Inversion Recovery Magnitude (TIRM) MRI Wrist Joint Dengan Menggunakan MRI 0,3 Tesla. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 2(1), 97–102. <https://doi.org/10.31983/jimed.v2i1.3164>
- Grande, F. Del, Santini, F., Herzka, D. A., Aro, M. R., Dean, C. W., Gold, G. E., & Carrino, J. A. (2014). Fat-suppression techniques for 3-T MR imaging of the musculoskeletal system. *Radiographics*, 34(1), 217–233. <https://doi.org/10.1148/rg.341135130>
- Indrati, R. (2017). Comparing SPIR and SPAIR Fat Suppression Techniques in Magnetic Resonance Imaging (MRI) of Wrist Joint. *Journal of Medical Science And Clinical Research*, 05(06), 23180–23185. <https://doi.org/10.18535/jmscr/v5i6.63>
- Kusumaningrum, A. I., Purna, L., & Wibowo, G. M. (2019). Atina : Analisis Informasi Anatomi Antara Sekuens T2wi Fse Dan Proton Density Fat Saturation Pada Pemeriksaan Mri Knee Jointpotongan Sagital (Studi Pada Anterior Cruciate Ligament (ACL) Dan Posterior Cruciate Ligament (P. *Jimed*, 2(2), 175–179.
- Rasyid, R., Murniati, E., & Alamsyah, M. M. (2017). Analisis Time Repetition (TR) dan Flip Angle (FA) terhadap Informasi Anatomi pada Pemeriksaan 3D TOF MRA Brain dengan MRI 1.5 Tesla. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 3(1), 194–198. <https://doi.org/10.31983/jimed.v3i1.3184>
- Ribeiro, M. M., Rumor, L., Oliveira, M., O'Neill, J. G., & Maurício, J. C. (2013). STIR, SPIR and SPAIR techniques in magnetic resonance of the breast: A comparative study. *Journal of Biomedical Science and Engineering*, 06(03), 395–402. <https://doi.org/10.4236/jbise.2013.63a050>
- Smith, H.-J. (2020). MRI Parameters and Positioning. In *Acta Radiologica* (Vol. 51, Issue 9). <https://doi.org/10.3109/02841851.2010.519140>
- Syafaat, F. (2019). Upaya Pemulihan Pasien Pasca Rekonstruksi Anterior Cruciate Ligament (Acl) Dengan Latihan Beban. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, 8(1), 67–72.
- Wahyudiarti, E., Winarno, G., Gunawati, S., Prananto, L., & Heru, N. (2021). Perbandingan Citra Mri Pedis Sequence Proton Density Fat Saturated Dan Stir (Short Tau Inversion Recovery) Potongan Sagital. *JRI (Jurnal Radiografer Indonesia)*, 4(1), 18–24. <https://doi.org/10.55451/jri.v4i1.81>
- Westbrook, C. (2014). Handbook of MRI Technique Fourth Edition. In *Wiley-Blackwell*.
- Westbrook, C. (2019). MRI in practice. In *Radiography* (Vol. 5, Issue 1). [https://doi.org/10.1016/s1078-8174\(99\)90011-1](https://doi.org/10.1016/s1078-8174(99)90011-1)
- Wu, J., Lu, L.-Q., Gu, J.-P., & Yin, X.-D. (2014). The Application of Fat-Suppression MR Pulse Sequence in the Diagnosis of Bone-Joint Disease. *International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology*, 01(03), 88–94. <https://doi.org/10.4236/ijmpcero.2012.13012>