



PENERAPAN KOMBINASI *INVERSION PULSE* DAN *TIME INVERSION* PADA MRI KNEE JOINT SEKUEN AXIAL-T2 SPIR

¹ Wulan Astuti, ²I Putu Eka Juliantara, ³ I Wayan Arie Sugiantara

^{1,2,3} Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali

wulanporante23@gmail.com

Info Artikel :

Diterima : 3 November 2022

Disetujui : 11 November 2022

Dipublikasikan : 25 Desember 2022

ABSTRAK

Knee Joint merupakan sendi yang paling besar dan yang paling kompleks pada tubuh manusia. Salah satu sekuen yang digunakan yang digunakan untuk penekanan lemak yaitu Axial T2-SPIR. Inversion pulse dan *time inversion* berpengaruh pada hasil SNR dan CNR. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan kombinasi *inversion pulse* dan *time inversion* pada MRI Knee Joint sekuen Axial T2-SPIR dan untuk mengetahui nilai *inversion pulse* dan *time inversion* yang optimal dalam memberikan kualitas citra pemeriksaan MRI Knee Joint pada sekuen Axial T2-SPIR. Ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Bhayangkara Makassar dengan kombinasi nilai *inversion pulse* 110° dengan *time inversion* 90 ms, *inversion pulse* 120° dengan *time inversion* 80 ms dan *inversion pulse* 160° dengan tanpa nilai *time inversion* terhadap 6 volunteer. Hasil citra pada anatomi patella, patellofemoral joint, anterior cruciate ligamen dan posterior cruciate ligament dilakukan penghitungan SNR dan CNR. Selanjutnya data SNR dan CNR dilakukan perhitungan secara deskriptif dengan menghitung nilai min, max dan rata-rata. Ada perbedaan nilai SNR dan CNR pada masing-masing kombinasi. Peningkatan nilai *inversion pulse* akan menghasilkan peningkatan pada SNR dan CNR. Nilai SNR yang rendah menandakan supresi lemak yang dihasilkan baik sedangkan CNR yang tinggi menandakan kontras gambar yang dihasilkan baik. Hasilnya kombinasi *inversion pulse* 120° Dengan nilai *time inversion* 80 ms adalah yang terbaik diantara kombinasi *inversion pulse* dan *time inversion* lainnya yang ditunjukkan dari hasil rata-rata pada SNR yaitu 8,22 dan rata-rata pada CNR yaitu 3,79.

Kata Kunci :
Inversion Pulse;
Time Inversion;
Knee Joint

ABSTRACT

Knee joint is the largest and most complex joint in the human body. One of the sequences used for fat suppression is Axial T2-SPIR. Inversion pulse and time inversion affect the results of SNR and CNR. This study aims to determine the effect of applying a combination of inversion pulse and time inversion on MRI Knee Joint sequence Axial T2-SPIR and to determine the optimal value of pulse inversion and time inversion in providing image quality for MRI Knee Joint examination in sequence Axial T2-SPIR. This is a quantitative research with an experimental approach. The study was conducted at Bhayangkara Hospital Makassar with a combination of inversion pulse value of 110° with an inversion time of 90 ms, an inversion pulse of 120° with an inversion time of 80 ms and an inversion pulse of 160° with no time inversion value for 6 volunteers. The image results on the anatomy of the patella, patellofemoral joint, anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament were calculated for SNR and CNR. Furthermore, the SNR and CNR data were calculated descriptively by calculating the min, max and average values. There are differences in SNR and CNR values in each combination. Increasing the inversion pulse value will result in an increase in SNR and CNR. A low SNR value indicates good fat suppression, while a high CNR indicates good image contrast. The result is a combination of inversion pulse 120° with a time inversion value of 80 ms which is the best among other combinations of pulse inversion and time inversion, which is indicated by the average SNR of 8.22 and the average CNR of 3.79.

Keywords :
Inversion Pulse;
Time Inversion;
Knee Joint

PENDAHULUAN

Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah salah satu alat penunjang kesehatan juga modalitas imaging utama yang bersifat non-invasif yaitu dengan memanfaatkan atom hydrogen yang berada didalam tubuh manusia menggunakan medan magnet, gelombang radiofrekuensi serta komputer untuk menghasilkan irisan anatomi tubuh secara multiplanar dengan kontras resolusi yang sangat baik.

Keunggulan MRI yaitu mampu menghasilkan citra tubuh dengan potongan sagital, axial, dan coronal dengan efek tidak memberikan paparan radiasi kepada pasien yang di periksa. Pemeriksaan MRI ini sangat bagus dalam memperlihatkan pembuluh darah, jaringan otot, jaringan pengikat, cairan sumsum tulang belakang, cartilage, bone marrow, dan jaringan-jaringan lunak tubuh manusia lainnya dengan baik, menjadikan pemeriksaan ini sebagai alternatif terbaik dalam menegakkan diganosa. Salah satunya pada pemeriksaan MRI Knee Joint.

Knee joint merupakan persendian terbesar yang paling kompleks pada tubuh manusia dan yang paling sering terjadi cedera dibanding persendian lainnya. Pada dasarnya Knee Joint terdiri dari dua articulatio yaitu antara femur dan tibia yang disebut tibiofemoral joint dan antara femur dan patella disebut patellafemoral joint yang dikelilingi oleh lemak, tendon,meniskus, dan ligamen.

Lemak dapat menjadi salah satu masalah dalam pemeriksaan MRI seperti pada MRI knee, karena lemak berada di sekitar struktur anatomi sendi genu. Lemak merupakan komponen molekuler dengan atom hidrogen pada cairan. Maka dalam beberapa kondisi, pemeriksaan MRI genu mengalami kesulitan untuk membedakan lemak dan soft tissue. Untuk mengatasi hambatan tersebut diperlukan teknik yang dapat menampilkan citra jaringan tanpa intervensi dari sinyal jaringan lemak disekitarnya. Penekanan lemak ini disebut Teknik *fat suppression* (fat-sup).

Teknik *Fat suppression* (fat-sup) merupakan bagian penting dari pencitraan muskuloskeletal karena mampu menghilangkan kontribusi lemak dari sinyal pencitraan resonansi magnetik total (MR) tanpa efek minimal pada sinyal air (Hidrogen) sehingga dapat meningkatkan resolusi kontras, meningkatkan visibilitas lesi untuk menentukan kandungan lipidnya dan menghilangkan beberapa artefak. Pulsa fat suppression hanya digunakan jika diaplikasikan pada jaringan (khususnya lemak), dan tidak efektif jika diaplikasikan pada udara. Ada beberapa teknik fat-sup antara lain *Fat Saturation* (Fat-Sat), *Water Excitation*, *Dixon*, *Short Tau (TI) Inversion Recovery* (STIR), *Spectral Adiabatic Inversion Recovery* (SPAIR) dan *Spectral Presaturation Inversion Recovery* (SPIR).

SPIR adalah teknik hibrida yang menggabungkan RF-pulsa selektif lemak dan gradien spoiler (mirip dengan CHESS) bersama-sama dengan pembatalan magnetisasi lemak longitudinal residual melalui mekanisme penundaan inversi (mirip dengan STIR). Kelebihan SPIR adalah memiliki SNR yang lebih tinggi dari pada STIR, tidak menekan jaringan lain dengan waktu relaksasi T1 yang mirip dengan lemak dan peka terhadap B₀ B₁ ketidakhomogean. Tidak seperti CHESS, di mana pulsa 90° dianggap ideal, pulsa RF di SPIR dimaksudkan untuk membalikkan sebagian atau seluruhnya magnetisasi lemak.

Dalam MRI terdapat tiga pembobotan yaitu pembobotan T1, pembobotan T2, dan Proton Density Weighted (PDW). Pembobotan T2 adalah pembobotan berdasarkan perbedaan waktu antara T2 lemak dan air. Pembobotan T2 juga disebut sebagai sekuens patologis karena mampu menampilkan kelainan yang pada umumnya ditandai dengan peningkatan vaskularisasi sehingga memiliki kandungan air yang lebih tinggi.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas citra adalah Kontras. Faktor-faktor yang mempengaruhi kontras citra yang dihasilkan salah satunya yaitu parameter *Inversion Pulse* dan *Time Inversion*. Penggunaan nilai *Inversion Pulse* menjadi salah satu faktor mempengaruhi gambaran MRI Knee Joint dengan baik. Menurut Indrati R., Juliantara IPE, et al. (2017),

didapatkan nilai pada *Inversion Pulse* untuk pencitraan lemak pada SPIR yaitu 100° - 140° . Dan *Time Inversion* merupakan pengontrol kontras utama pada hasil citra MR. Pemilihan nilai TI yang tidak tepat akan mempengaruhi tingkat fat supresi, selain itu TI juga berpengaruh pada CNR suatu citra yang akhirnya akan mempengaruhi kualitas citra MRI. Berdasarkan buku MRI Parameters and Positioning, 2nd Edition, didapatkan nilai *time inversion* pada Knee Joint yaitu 80 ms – 90 ms.

Berdasarkan observasi penulis di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Makassar, jumlah pemeriksaan MRI Knee Joint dari 3 bulan terakhir yaitu 20 pemeriksaan dengan peningkatan 20 %, dimana pada bulan february sebanyak 5 pemeriksaan, bulan maret sebanyak 7 pemeriksaan dan pada bulan april 8 pemeriksaan. Pada pemeriksaan MRI Knee Joint standart sekuen yang digunakan untuk penekanan lemak di Rumah Sakit Bhayangkara Makassar yaitu sekuen Axial T2WI FatSAT (SPIR), tetapi pada sekuen Axial T2WI FatSAT (SPIR) nilai parameter *time inversion* tidak diperlukan dalam artian nilai *Time Inversion*nya ada tetapi tidak diaktifkan. Sedangkan menurut Rasyid R, et al. (2017), dikatakan bahwa nilai *Time Inversion* merupakan pengontrol kontras utama pada hasil citra MR. Oleh karena itu, penulis akan melakukan penambahan nilai parameter *time inversion* pada sekuen Axial T2WI FatSAT (SPIR) kemudian dilakukan kombinasi dengan *Inversion Pulse* sehingga diharapkan dari kombinasi tersebut ada perbedaan signifikan terhadap hasil citra yang diperoleh.

Dari penjelasan uraian diatas maka penulis akan mengambil nilai *Inversion Pulse* 110° dan 120° sedangkan nilai *Time Inversion* yaitu 80 ms dan 90 ms serta melakukan pengambilan hasil citra tanpa *time inversion* agar menjadi perbandingan terhadap kombinasi *inversion pulse* dengan *time inversion*. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk meneliti dan menganalisa lebih lanjut mengenai pengaruh penerapan *inversion pulse* dan *time inversion* terhadap sekuen Axial T2-SPIR pada MRI Knee Joint serta melihat nilai kombinasi *inversion pulse* dan *time inversion* yang optimal dalam menghasilkan kualitas citra SNR dan CNR. Penelitian ini belum pernah dilakukan karena penelitian sebelumnya hanya membahas tentang beberapa parameter pada MRI tanpa melakukan kombinasi.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan eksperimental. Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Bhayangkara Makassar pada periode juli sampai agustus dengan kombinasi nilai *inversion pulse* 110° dengan *time inversion* 90 ms, *inversion pulse* 120° dengan *time inversion* 80 ms dan *inversion pulse* 160° dengan tanpa nilai *time inverison* terhadap 6 *volunteer*. *Volunteer* terdiri dari 2 laki-laki dan 4 perempuan, dengan rentang usia 20 – 70 tahun dan berat badan 40 – 70 kg. Kriteria Inklusi pada penelitian ini yaitu pria atau wanita kooperatif dengan usia 20-70 tahun dan *volunteer* dengan berat badan normal sesuai dengan perhitungan Indeks Massa Tubuh (IMT) yaitu 18,5-22,9 kg/m². Untuk kriteria Eksklusi yaitu *volunteer* yang menggunakan alat bersifat ferromagnetic pada tubuhnya, misal : plat, sekrup. Serta alat elektronik seperti pacemaker dan *volunteer* yang mengalami claustrophobia atau takut akan tempat yang sempit. Hasil citra pada anatomi patella, patellofemoral joint, anterior cruciate ligamen dan posterior cruciate ligament dilakukan penghitungan SNR dan CNR. Selanjutnya data SNR dan CNR dilakukan perhitungan secara deskriptif dengan menghitung nilai min, max dan rata-rata. Untuk menentukan kombinasi yang optimal maka dapat dilakukan dengan melihat nilai mean rank yang rendah pada nilai SNR dan mean rank yang tinggi pada nilai CNR.

Penelitian ini akan diolah dan diuji secara komputerisasi menggunakan program excel. Semua data yang didapatkan dari penilaian kualitas citra perhitungan SNR dan CNR kemudian dianalisis menggunakan perhitungan deskriptif dengan perincian sebagai berikut:

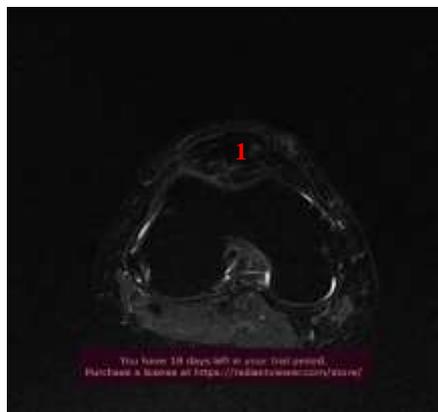
1. Hasil dari perhitungan SNR dan CNR pada citra MRI Knee Joint dengan kombinasi *inversion pulse* dan *time inversion* yang telah dikumpulkan dalam sebuah tabel,

dilakukan perhitungan secara deskriptif yaitu dengan menilai per anatomi per variasi (nilai Min,Max dan rata-rata).

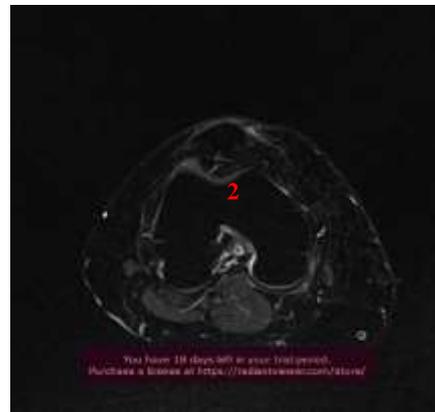
2. Kemudian dianalisa untuk mengetahui perbedaan kualitas citra serta mengetahui manakah nilai dari ketiga variasi yang menghasilkan nilai kualitas citra yang optimal dengan cara melihat nilai SNR yang rendah karena jika rendah maka supresi lemak baik dan dengan melihat CNR yang tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

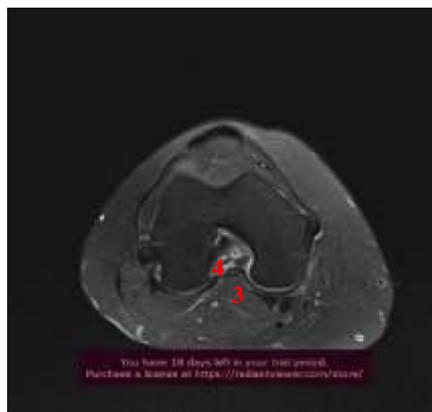
Penelitian ini mengenai penerapan kombinasi *inversion pulse* dan *time inversion* pada MRI Knee Joint Sekuen Axial T2-SPIR dengan 3 kombinasi variasi nilai *inversion pulse* dan *time inversion* yaitu *inversion pulse* 110° dengan *time inversion* 90 ms, *inversion pulse* 120° dengan *time inversion* 80 ms, *inversion pulse* 160° dengan tanpa nilai *time inversion*. Setiap volunteer dilakukan 3 perlakuan variasi IP dan TI pada potongan axial sekuen T2-SPIR dengan 3 kombinasi variasi nilai *inversion pulse* dan *time inversion*. Salah satu hasil citra dari kombinasi *inversion pulse* dan *time inversion* adalah sebagai berikut :



IP 110° dan TI 90 ms



IP 120° dan TI 80 ms

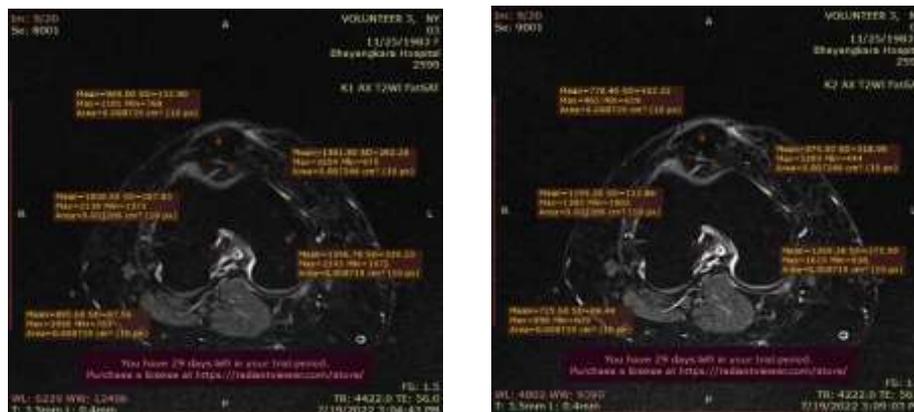


IP 160° dan tanpa TI

Gambar 1. Citra anatomi MRI Knee Joint (A) MRI Knee Joint slice ke 9. (B) MRI Knee Joint slice ke 9. (C) MRI Knee Joint slice ke 9

- Keterangan :
1. Patella
 2. Patellofemoral joint
 3. Anterior Cruciate Ligament
 4. Posterior Cruciate Ligament

Pada hasil citra ketiga kombinasi nilai *inversion pulse* dan *time inversion* pada pemeriksaan MRI Knee Joint sekuen Axial T2-SPIR untuk kualitas citra SNR dan CNR dilakukan dengan ukur rata-rata intensitas sinyal (mean) pada patella, Patellofemoral Joint, Anterior Cruciate Ligament dan Posterior Cruciate Ligament serta noise diluar jaringan tetapi masih dalam FOV dengan menggunakan software ROI (Region of Interest) dengan ukuran ROI yang diberikan pada organ dan background citra sebesar 0,20 sq.cm. Berikut gambaran pemberian ROI pada MRI Knee Joint kombinasi *inversion pulse* dan *time inversion* sekuen Axial T2-SPIR.



IP 110° dan TI 90 ms

IP 120° dan TI 80 ms



IP 160° dan tanpa TI

Gambar 2. Hasil ROI Citra anatomi MRI Knee Joint (A) MRI Knee Joint slice ke 9. (B) MRI Knee Joint slice ke 9. (C) MRI Knee Joint slice ke 9

Berikut ini contoh perhitungan SNR pada objek Patella :
 SNR Patella Kombinasi IP 110° dan TI 90 ms

$$P1 = \frac{\text{mean signal patella IP 110° dan TI 90 ms}}{\text{standart deviasi noise}}$$

$$P1 = \frac{1262,70}{143,24} = 8,81$$

Adapun tabel hasil pengukuran SNR yang diambil dari besaran nilai terendah, nilai tertinggi dan rata-rata sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil pengukuran SNR

Kombinasi IP dan TI	keterangan	Kualitas Citra SNR				
		Patella	Patellofemoral joint	ACL	PCL	Sinyal Lemak
IP 110° dan TI 90 ms	Nilai Terendah	4	6,86	8,94	5,01	5,56
	Nilai Tertinggi	61,56	38,58	47,3	19,51	12,59
	Rata-Rata	15,46	17,59	18,13	12,62	8,73
IP 120° dan TI 80 ms	Nilai Terendah	3,03	4,59	4,28	4,74	4,37
	Nilai Tertinggi	18,94	14,51	16,33	17,47	7,96
	Rata-Rata	7,25	8,91	10,54	8,7	5,72
IP 160° dan tanpa TI	Nilai Terendah	13,67	18,54	17,75	6,18	11,01
	Nilai Tertinggi	66,28	71,99	57,17	34,75	56,97
	Rata-Rata	30,55	35,37	29,01	15,22	26,69

Setelah itu, data dari hasil SNR dihitung kembali untuk mendapatkan nilai CNR. Dalam penelitian ini menghitung nilai CNR antara Patella dengan Sinyal Lemak, Patellofemoral Joint dengan Sinyal Lemak, Anterior Cruciate Ligament dengan Sinyal Lemak dan Posterior Cruciate Ligament dengan Sinyal Lemak.

Berikut ini contoh perhitungan CNR antara objek Patella dengan Sinyal Lemak.: Contrast to Noise Ratio (CNR) ACL-Sinyal lemak Kombinasi IP 110° dan TI 90 ms

$$P1 = \frac{\text{Mean ACL} - \text{Mean Sinyal Lemak}}{\text{standart deviasi noise}}$$

$$P1 = \frac{802,55}{143,24} = 5,60$$

Adapun tabel hasil pengukuran CNR yang diambil dari besaran nilai terendah, nilai tertinggi dan rata-rata sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Pengukuran CNR

Kombinasi IP dan TI	Keterangan	Kualitas Citra CNR			
		Patella-Sinyal Lemak	Patellofemoral joint-Sinyal Lemak	ACL-Sinyal Lemak	PCL-Sinya Lemak
IP 110° dan TI 90 ms	Nilai Terendah	0,27	0,16	1,64	1,06
	Nilai Tertinggi	49,17	26,19	34,91	9,99
	Rata-Rata	10,08	6,19	9,58	5,66
IP 120° dan TI 80 ms	Nilai Terendah	0,3	0,13	0,24	0,65
	Nilai Tertinggi	14,55	10,13	11,59	11,38
	Rata-Rata	3,41	3,46	4,83	3,48
IP 160° dan tanpa TI	Nilai Terendah	2,25	4,59	0,2	4,82
	Nilai Tertinggi	12,31	15,44	12,52	22,22
	Rata-Rata	7,95	10,21	6,23	11,46

Selanjutnya, setelah hasil SNR dan hasil CNR didapatkan maka langkah berikutnya yaitu menentukan kombinasi yang optimal dalam menghasilkan kualitas citra MRI Knee Joint sekuen Axial T2-SPIR. Untuk menentukan kombinasi yang optimal maka dapat dilakukan dengan melihat hasil perhitungan secara deskriptif yaitu nilai min, max dan rata-rata. Nilai mean rank yang rendah pada nilai SNR dan mean rank yang tinggi pada nilai CNR adalah

kombinasi yang optimal dalam menghasilkan kualitas citra pada MRI Knee Joint sekuen Axial T2-SPIR.

Pembahasan

Pengaruh penerapan kombinasi *inversion pulse* dan *time inversion* pada MRI Knee Joint Sekuen Axial T2-SPIR terletak pada kualitas citra SNR dan CNR yang dihasilkan. Untuk mengetahui perbedaan kualitas citra pada tiap kombinasi maka dilakukan perhitungan secara deskriptif pada nilai SNR dan CNR yang dihasilkan dengan menghitung nilai min, max dan rata-rata pada tiap objek yang diperiksa. Peneliti melakukan pengukuran nilai SNR pada obyek patella, Patellofemoral Joint, Anterior Cruciate Ligament, Posterior Cruciate Ligament dan sinyal lemak sedangkan pengukuran nilai CNR dilakukan dengan mengukur nilai pada obyek patella, Patellofemoral Joint, Anterior Cruciate Ligament, Posterior Cruciate Ligamen dengan sinyal lemak sebagai pembanding.

Berdasarkan Tabel 1, didapatkan hasil pengukuran nilai SNR patella pada kombinasi IP 110° dan TI 90 ms dengan nilai min 4, max 61,56 dan rata-rata yaitu 15,46. Kombinasi IP 120° dan TI 80 ms nilai min 3,03, max 18,94 dan rata-rata yaitu 7,25. Kombinasi IP 160° dan tanpa TI nilai min 13,67, max 66,28 dan rata-rata 30,55. SNR Patellofemoral Joint pada Kombinasi IP 110° dan TI 90 ms didapatkan nilai min 6,86, max 38,58 dan rata-rata yaitu 17,59. Kombinasi IP 120° dan TI 80 ms nilai min 4,59, max 14,51 dan rata-rata yaitu 8,91. Kombinasi IP 160° dan tanpa TI nilai min 18,54, max 71,99 dan rata-rata 35,37. SNR Anterior Cruciate Ligament pada kombinasi IP 110° dan TI 90 ms dengan nilai min 8,94, max 47,3 dan rata-rata yaitu 18,13. Kombinasi IP 120° dan TI 80 ms nilai min 4,28, max 16,33 dan rata-rata yaitu 10,54. Kombinasi IP 160° dan tanpa TI nilai min 17,75, max 57,17 dan rata-rata 29,01. SNR Posterior Cruciate Ligament pada kombinasi IP 110° dan TI 90 ms didapatkan nilai min 5,01, max 19,51 dan rata-rata yaitu 12,62. Kombinasi IP 120° dan TI 80 ms nilai min 4,74, max 17,47 dan rata-rata yaitu 8,7. Kombinasi IP 160° dan tanpa TI nilai min 6,18, max 34,75 dan rata-rata 15,22. SNR Sinyal Lemak pada kombinasi IP 110° dan TI 90 ms didapatkan nilai min 5,56, max 12,59 dan rata-rata yaitu 8,73. Kombinasi IP 120° dan TI 80 ms nilai min 4,37, max 7,96 dan rata-rata yaitu 5,72. Kombinasi IP 160° dan tanpa TI nilai min 11,01, max 56,97 dan rata-rata 26,69.

Berdasarkan tabel 2. didapatkan hasil pengukuran nilai CNR Patella-Sinyal Lemak pada kombinasi IP 110° dan TI 90 ms didapatkan nilai min 0,27, max 49,17 dan rata-rata yaitu 10,08. Kombinasi IP 120° dan TI 80 ms nilai min 0,3, max 14,55 dan rata-rata yaitu 3,41. Kombinasi IP 160° dan tanpa TI nilai min 2,25, max 12,31 dan rata-rata 7,95. CNR Patellofemoral Joint-Sinyal Lemak pada kombinasi IP 110° dan TI 90 ms didapatkan nilai min 0,16, max 26,19 dan rata-rata yaitu 26,19. Kombinasi IP 120° dan TI 80 ms nilai min 0,13, max 10,13 dan rata-rata yaitu 3,46. Kombinasi IP 160° dan tanpa TI nilai min 4,59 max 15,44 dan rata-rata 10,21. CNR ACL -Sinyal Lemak pada kombinasi IP 110° dan TI 90 ms didapatkan nilai min 1,64, max 34,91 dan rata-rata yaitu 9,58. Kombinasi IP 120° dan TI 80 ms nilai min 0,24, max 11,59 dan rata-rata yaitu 4,83. Kombinasi IP 160° dan tanpa TI nilai min 0,2 max 12,52 dan rata-rata 6,23. CNR PCL -Sinyal Lemak pada kombinasi IP 110° dan TI 90 ms didapatkan nilai min 1,06, max 9,99 dan rata-rata yaitu 5,66. Kombinasi IP 120° dan TI 80 ms nilai min 0,65, max 11,38 dan rata-rata yaitu 3,48. Kombinasi IP 160° dan tanpa TI nilai min 4,82 max 22,22 dan rata-rata 11,46.

Kualitas citra MRI dipengaruhi oleh SNR, CNR, spatial resolusi dan scan time. SNR merupakan perbandingan antara sinyal dan noise dalam suatu citra MRI. SNR dan CNR merupakan kriteria kualitas citra yang penting dalam menghasilkan gambaran yang baik dengan waktu scan yang pendek dan resolusi yang tinggi dengan sedikit artefak (20).

Ditinjau dari Rasyid R, et al. (2017), dikatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas citra yang dihasilkan salah satunya yaitu parameter *inversion pulse*

dan *time inversion*. Penggunaan nilai *inversion pulse* menjadi salah satu faktor mempengaruhi gambaran MRI Knee Joint dengan baik. dan *time inversion* merupakan pengontrol kontras utama pada hasil citra MR. Pemilihan nilai TI yang tidak tepat akan mempengaruhi tingkat fat supresi, selain itu TI juga berpengaruh pada CNR suatu citra yang akhirnya akan mempengaruhi kualitas citra MRI.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa hasil perhitungan nilai SNR dan CNR sesuai dengan teori menurut Indrati R., Juliantara IPE, et al. (2017), didapatkan nilai pada *inversion pulse* untuk pencitraan lemak pada SPIR yaitu 100° - 140° . Dan menurut moeller nilai *time inversion* pada Knee Joint yaitu 80 ms – 90 ms, sehingga Kombinasi IP 120° dan TI 80 ms yang jauh lebih baik dalam hal peningkatan nilai CNR dan peningkatan penekanan sinyal lemak.

Dalam penelitian ini juga dapat diketahui bahwa dengan penambahan nilai *time inversion* maka dari segi scan time akan bertambah walaupun dari segi penambahan waktunya tidak terlalu banyak. Untuk kombinasi IP 110° dan TI 90 ms didapatkan nilai scan time sebesar 04:04 detik, kombinasi IP 120° dan TI 80 ms dengan nilai 03:53 detik, dan IP 160° tanpa nilai TI sebesar 03:13. Sehingga jika pemeriksaan MRI Knee Joint yang dilakukan tidak dalam keadaan urgent atau tidak buru-buru maka kombinasi kedua yaitu kombinasi IP 120° dan TI 80 ms patut untuk dicoba karena hanya terpaut 40 detik dari kombinasi IP 160° tanpa nilai TI atau sekuen rutin yang dilakukan di Rumah Sakit Bhayangkara Makassar.

Untuk mendapatkan nilai *inversion pulse* dan *time inversion* yang optimal terhadap Kualitas citra MRI Knee Joint Sekuen Axial T2-SPIR maka peneliti melakukan penetapan nilai pada masing-masing volunteer dengan nilai FA 90° , TR sebesar 4.422, TE sebesar 56, FOV pada WL sebesar 8.132 dan pada WW sebesar 15.543, serta nilai NEX 2.

Berdasarkan dari hasil rata-rata perhitungan secara deskriptif pada anatomi MRI knee joint didapatkan bahwa untuk kualitas citra SNR yang lebih optimal terdapat pada kombinasi IP 120° dan TI 80 ms karena memiliki nilai SNR yang rendah dengan nilai 7,25 pada patella, 8,91 pada patellofemoral joint, 10,54 pada anterior cruciate ligament, 8,7 pada posterior cruciate ligament dan 5,72 sinyal lemak. Jika SNR rendah maka supresi atau penekanan lemak yang diperoleh baik sedangkan jika tinggi maka supresi atau penekanan lemak yang dihasilkan tidak baik sehingga kombinasi IP 120° dan TI 80 ms adalah kombinasi yang memiliki supresi lemak yang lebih baik dibandingkan dengan kombinasi IP 110° dan TI 90 ms dan IP 160° tanpa TI.

Pada kualitas citra CNR yang memberikan kontras gambar yang optimal pada MRI Knee Joint sekuen Axial T2-SPIR dilihat pada nilai CNR yang tinggi karena jika nilai CNR tinggi maka hasil gambar yang diperoleh memiliki kontras gambar yang baik sedangkan jika nilai CNR rendah maka kontras gambar yang dihasilkan rendah, sehingga untuk Patella-Sinyal Lemak nilai CNR tertinggi pada kombinasi 110° dan TI 90 ms dengan nilai 10,08. Untuk Patellofemoral joint-Sinyal Lemak nilai CNR tertinggi pada kombinasi IP 160° tanpa TI dengan nilai 10,21. Untuk ACL-Sinyal Lemak nilai CNR tertinggi pada kombinasi 110° dan TI 90 ms dengan nilai 9,58 dan untuk PCL-Sinyal Lemak nilai CNR tertinggi pada kombinasi IP 160° tanpa TI dengan nilai 11,46.

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.

Pada penelitian ini lebih ditekankan pada keberhasilan dalam melakukan supresi atau penekanan lemak sehingga kombinasi IP 120° dan TI 80 ms adalah kombinasi yang lebih optimal dalam menampilkan kejelasan anatomi patella, Patellofemoral Joint, Anterior Cruciate Ligament, Posterior Cruciate Ligament dan sinyal lemak dibandingkan dengan kombinasi *inversion pulse* dan *time inversion* lainnya.

KESIMPULAN

Pengaruh penerapan kombinasi *inversion pulse* dan *time inversion* pada MRI Knee Joint Sekuen Axial T2-SPIR terletak pada kualitas citra SNR dan CNR yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai *inversion pulse* maka nilai SNR yang dihasilkan akan rendah dalam artian penekanan lemak akan semakin optimal dan CNR akan semakin tinggi pula sedangkan jika pemeriksaan dilakukan dengan tanpa nilai *time inversion* dalam artian nilai *time inversion* tidak diaktifkan maka akan menghasilkan SNR yang tinggi sehingga penekanan lemak yang dihasilkan akan tidak optimal.

Pada penelitian ini didapatkan nilai *inversion pulse* dan *time inversion* yang optimal untuk menghasilkan kualitas citra SNR dan CNR pada MRI Knee Joint sekuen Axial T2-SPIR diperoleh berdasarkan nilai rata-rata tertimbang dari perhitungan secara deskriptif yaitu *inversion pulse* 120° dengan nilai *time inversion* 80 ms. kombinasi IP 120° dan TI 80 ms adalah kombinasi yang lebih optimal dibandingkan dengan kombinasi lainnya, yang ditunjukkan dari hasil rata-rata pada SNR yaitu 8,22 dan rata-rata pada CNR yaitu 3,79.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti TD, Murniati E, Mulyati S. Analisis Informasi Citra MRI Genu Potongan Aksial antara Sekuen Short TAU Inversion Recovery (STIR) dan Sekuen T2-Spectral Attenuation Inversion Recovery (T2-SPAIR). *J Imejing Diagnostik*. 2016;2(1):103–10.
- Emanuel KB, M.D. Some Aspects of Functional Anatomy of the Human Knee Joint. 2020.
- Fujianto S, Sugiyanto S, Katili MI. 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. *J Imejing Diagnostik*. 2016;2(1):97–102.
- Hansen JT. Netter's clinical anatomy. Vol. 47, Choice Reviews Online. 2014. 47-5684-47–5684 p.
- Indrati R, Juliantara IPE, Dahjono J, Wibowo GM, Abimanyu B, Murniati E, et al. Comparing SPIR and SPAIR Fat Suppression Techniques in Magnetic Resonance Imaging (MRI) of Wrist Joint. 2017;(April 2018).
- Kartawiguna D. Tomografi Resonansi Magnetik Inti. Graha Ilmu. 2014;
- Moeller BT, Reif E. MRI Parameters and Positioning, 2nd Edition. Thieme. Nuevos sistemas de comunicación e información. 2021. 2013–2015 p.
- Moeller TB, Reif E. Atlas of Sectional Anatomy, The Musculoskeletal System. 2009.
- P.Lampignano J, E.Kendrick L. Bontrager's Textbook Of Radiographic Positioning and Related Anatomy (Ninth Edit). St. Louis, Missouri: Elsevier, Inc. 2018.
- Pokharel SS. Current MR Imaging Lipid Detection Techniques for Diagnosis of Lesions in the Abdomen and Pelvis 1. 2013;(January 2016).
- Prof.Dr.Soekidjo Notoatmodjo. Metodologi Penelitian Kesehatan. Vol. 3, PT. Rineka Cipta. 2018. p. 1–245.
- Ramandasari S, Gunawati S, Winarno G, W ME, Heriyanto F. ANALISIS INFORMASI CITRA MRI GENU POTONGAN AXIAL ANTARA SEQUENCE SHORT TAU INVERSION RECOVERY (STIR) DAN SEQUENCE T2- SPECTRAL ATTENUATION INVERSION RECOVERY (T2-SPAIR). 2015;41–6.
- Rasyid R, Murniati E, Alamsyah MM. Analisis Time Repetition (TR) dan Flip Angle (FA) terhadap Informasi Anatomi pada Pemeriksaan 3D TOF MRA Brain dengan MRI 1.5 Tesla. *J Imejing Diagnostik*. 2017;3(1):194–8.
- Ribeiro MM, Rumor L, Oliveira M, Neill JGO, Maurício JC. STIR , SPIR and SPAIR techniques in magnetic resonance of the breast: A comparative study. 2013;2013(March):395–402.
- Santini F, Aro MR, Gold GE, Carrino JA. Fat-Suppression Techniques for 3-T MR Imaging of

- the Musculo-. 2014;
- Soesanti I, Susanto A, Widodo T, Tjokronagoro M. Ekstraksi Ciri dan Identifikasi Citra Otak MRI Berbasis Eigenbrain Image. *Forum Tek.* 2011;34(1):47–52.
- Triwoto AR. Segmentasi Citra Magnetic Resonance Imaging (Mri) Abdomen Untuk Identifikasi Polip Pada Saluran Pencernaan Dengan Menggunakan Metode Chan-Vese. 2017;55.
- Westbrook C, Roth K, Talbot J. *MRI in Practice Fourth Edition.* United Kingdom: Wiley-Blackwel: UK. 2011. 459 p.
- Westbrook C, Talbot J. *MRI in Practice, Fifth Edition.* 2019.
- Westbrook C. *Handbook of MRI Technique, Fourth Edition.* Wiley Blackwell. 2014.
- Wu J, Lu L, Gu J, Yin X. The Application of Fat-Suppression MR Pulse Sequence in the Diagnosis of Bone-Joint Disease. 2012;2012(November):88–94.