

PERBANDINGAN INFORMASI CITRA ANTARA *SEQUENCES T2 FAST FIELD ECHO* DAN *SUSCEPTIBILITY WEIGHTED IMAGING* PADA PEMERIKSAAN MRI *BRAIN* IRISAN AXIAL DENGAN KASUS *MICROBLEEDS*

¹Afandi, ²Luthfi Rusyadi, ³Fatimah, ⁴Jeffry Ardiyanto

^{1), 2), 3), 4)} *Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang*

e-mail: afandi_funz@yahoo.com

ABSTRACT

Background : The Gradient echo sequence is a sequence using RF excitation pulse varied and with flip NMV through various angle (Instead of 90⁰). It's sensitive in detecting the present of hemorrhages that have susceptibility and blooming effect to hemorrhages. T2 fast field echo (T2 FFE) and susceptibility weighted imaging (SWI) are part of the gradient echo pulse sequences, in which T2 FFE sequences is conventional non-steady state imaging 2D multi-slice and SWI is 3D velocity compensated sequence gradient echo. On both the sequence is very good for asses the hemorrhages particularly microbleeds. This study aims to determine differences in image information and determine the most optimal image information between T2 FFE and SWI sequences in brain MRI axial slices with microbleeds cases.

Methods : Type of research is quantitative experimental approach. The data was taken from October to November 2016 at Radiology Installation of Siloam Hospital Lippo Village. The study populations was all examinations brain MRI with the microbleeds cases, 5 samples with inclusion criteria described. Scanning by using T2 FFE and SWI sequences, then evaluation by respondents furthermore the data was processed using kappa test, and analyzing the date using wilcoxon test, and then to get an assesment of the most optimal images seen from the mean rank wilcoxon test.

Results : The result was p-value 0,025 (p<0,05) means that Ho refused and Ha accepted, so that statistically showed significant differences at images information between T2 FFE and SWI sequences in examinations brain MRI axial slices with microbleeds case, with mean rank on SWI sequence is 3, and mean rank on T2 FFE is 0, so it's can be concluded that SWI sequence produces a better images information on the examination brain MRI axial slices with microbleeds cases than T2 FFE sequence.

Conclusion : there is a difference of images information between T2 FFE and SWI sequences in Brain MRI axial slices with microbleeds cases, and SWI sequences produces a better images information on the Brain MRI axial slices with microbleeds cases.

Keywords : Image information, T2 FFE, SWI, Microbleeds

Pendahuluan

Otak (*Brain*) merupakan organ vital yang bertanggung jawab atas fungsi mental dan intelektual. Otak terdiri dari sel-sel otak yang disebut neuron.

Jaringan otak dibungkus oleh selaput otak dan tulang tengkorak yang kuat dan terletak dalam *cavum cranii*. Otak dibungkus oleh tiga selaput otak (*Meningen*) dan dilindungi oleh tulang tengkorak. Otak mengapung

dalam suatu cairan untuk menunjang otak yang lembek dan halus. Cairan ini bekerja sebagai penyerap guncangan akibat pukulan dari luar terhadap kepala (Syaihuiddin, 2011).

Otak juga merupakan organ tubuh yang bekerja terus menerus tentu membutuhkan suplai darah yang cukup dan teraliri secara kontinyu agar fungsi otak berlangsung dengan baik. Dalam keadaan fisiologis jumlah darah yang dikirim ke otak (*Blood flow cerebral*) adalah kira-kira 20 persen *cardiac out-put* atau kira-kira 1100-1200 cc permenit untuk seluruh jaringan otak yang berat normalnya kira-kira 2 persen dari berat badan orang dewasa (Irianto, 2014).

Pembuluh darah otak rentan terjadinya kerusakan yang menyebabkan terjadinya pendarahan, Penyebab utama yang paling sering adalah hipertensi, *Cerebral amyloid angiopathy* (CAA), serta faktor usia juga sangat berpengaruh terhadap peningkatan resiko terjadinya pendarahan. *Cerebral microbleeds* merupakan kelainan dari pembuluh darah otak yang disebabkan oleh pendarahan otak kronis kecil yang kemungkinan disebabkan oleh kelainan struktur. *Cerebral microbleeds* dapat di temukan pada *cerebrovascular disease*, *dementia*, dan pasien normal yang berusia lanjut. berbagai ukuran digunakan untuk membedakan antara *microbleeds* dan *macrobleeds*, biasanya *microbleeds* berkisar hingga diameter maksimum 5-10 mm dan minimal 2 mm (Ramirez, 2014).

Bukti yang berkembang mengidentifikasi bahwa *microbleeds* merupakan penanda rentannya terjadi pendarahan angiopati, peningkatan perkembangan *hemorrhage*, dan peningkatan resiko *stroke* dimasa depan, sehingga sangat penting untuk mengetahui adanya *microbleeds* (Kakar, 2016).

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan modalitas pencitraan yang paling sensitif dalam mendiagnosis kelainan intrakranial. MRI dapat melukiskan anatomi dengan detail yang sangat baik dan dapat memperlihatkan akurasi yang jauh lebih baik. Anatomi *vascular* juga dapat divisualisasikan tanpa bantuan kontras intravena dan hal ini telah menurunkan jumlah prosedur *vascular* invasif. MRI dapat mendemostrasikan otak dengan menggunakan fasilitas multiplanar pada bidang axial, koronal, dan sagital dengan gambaran yang sangat baik pada *fossa posterior*, karena tidak terdapat *artefact* tulang (Patel, 2005).

Pada pemeriksaan MRI, *sequences* dipilih berdasarkan kasus dan objek yang ingin diperiksa. *Microbleeds* merupakan salah satu kasus pendarahan yang sangat cocok dengan menggunakan *pulse*

sequences gradient echo, dimana *sequences Gradient echo* merupakan kelas *pulse sequence* yang digunakan untuk scanning cepat yang banyak digunakan dalam 3D *Volume imaging* dan aplikasi yang membutuhkan kecepatan akuisisi. *Gradient echo* juga disebut *Gradient-recalled echo*, *Gradient-refocused echoes*, dan *field echo*. Istilah *Field echo* mengacu pada *magnetic field* yang dihasilkan oleh gelombang *frequency-encoding gradient* yang *rephases gradient echo*. *Gradient echo* mempunyai *flip angle* yang kecil yang memungkinkan TR bernilai sangat pendek, sehingga waktu scan dapat diturunkan (Bernstein dkk, 2004).

Pulse sequences Gradient Echo sensitif dalam mendeteksi pendarahan khususnya *microbleeds*, yang memiliki efek *susceptibility* dan *blooming* terhadap pendarahan. *Susceptibility Weighted Imaging* (SWI) dan *T2 Fast Field Echo* (FFE) merupakan bagian dari *pulse sequences gradient echo*. (Ramirez, 2014). Menurut Mittal S (2009) *Susceptibility weighted imaging* (SWI) merupakan *fully velocity compensated high-resolution 3D gradient echo sequence* yang menggunakan informasi *magnitude*, dan *filtered-phase*, baik secara terpisah maupun dalam kombinasi satu sama lain untuk membuat sumber kontras terbaru. SWI memiliki kontras yang unik yang berbeda dari atenuasi *spin*, T1, T2, dan T2*. SWI menggunakan perbedaan *susceptibility* antara jaringan untuk menghasilkan kontras, *sequence gradient echo* dengan *long TE* digunakan dan sinyal dari jaringan dengan perbedaan *magnetic susceptibility* menjadi *out of phase*. Efek *phase* ini digunakan untuk menghasilkan kontras citra (Westbrook, 2011). Sedangkan T2 *Fast field echo* (FFE) sama dengan *Sequence T2* Weighted* yang memberikan kontras T2-*Weighted Gradient echo 2D multi-slice*. Istilah T2 FFE hanya di MRI merk Philips dengan menggunakan *Flip angle* yang kecil, dan sangat sensitif terhadap pendarahan khususnya *microbleeds*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan informasi citra dan mengetahui informasi citra yang paling optimal antara *sequences T2 FFE* dan SWI pada pemeriksaan MRI *Brain* irisan axial dengan kasus *microbleeds*.

Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen yang bertujuan untuk membandingkan informasi citra yang dihasilkan antara *Sequences T2 FFE* dan SWI pada pemeriksaan MRI *Brain* Irisan Axial dengan kasus *Microbleeds*.

Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *Purposive sampling* yang berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, baik kriteria inklusi

maupun eksklusif. Peneliti menggunakan 5 sampel pasien yang melakukan pemeriksaan MRI *Brain* dengan kasus *Microbleeds* di Instalasi Radiologi Siloam Hospital Lippo Village Tangerang. kriteria inklusi yang digunakan yaitu: 1) Pasien yang bersedia menjalani pemeriksaan dan mengikuti jalannya penelitian, 2) Pasien yang tidak mengalami *claustrophobia*, 3) Pasien yang berusia ≥ 55 tahun. Responden pada penelitian ini adalah 3 dokter spesialis radiologi yang memiliki kompetensi dan berpengalaman ≥ 5 tahun dalam memberikan eksperti MRI.

Prosedur dalam penelitian ini adalah:

1. Tahap persiapan yang meliputi persiapan pemeriksaan dan registrasi data pasien
2. Tahap pelaksanaan yang meliputi posisi pasien, pengaturan *sequences* dan parameter
3. Penilaian informasi citra oleh 3 responden, adapun informasi citra yang dinilai adalah *microbleeds*, *vasculars*, dan *artefact*.
4. Penilaian yang dilakukan responden dengan memberikan tanda *check list* (\checkmark) pada kuesioner yang telah disediakan. Pemberian nilai dilakukan pada daerah *microbleeds*, dan *vasculars* yaitu dengan cara memberikan skor, yaitu: skor 3 berarti “**sangat jelas**”, skor 2 berarti “**cukup jelas**”, dan skor 1 berarti “**tidak jelas**”. Sedangkan pemberian nilai pada *artefact* yaitu dengan cara pemberian skor yaitu: skor 1 diberikan apabila “**ada artefact**”, dan skor 2 diberikan apabila “**tidak ada artefact**”.
5. Setelah data terkumpul dari hasil kuesioner tersebut lalu diolah dengan cara membuat tabel skor menurut masing-masing citra yang dinilai dari ketiga responden
6. Kemudian skor tersebut dirata-ratakan berdasarkan penilaian ketiga responden tersebut.

Data diolah dan dianalisis menggunakan program SPSS 16.0. Data yang didapat berupa data ordinal dan berpasangan. Terlebih dahulu dilakukan uji *kappa* pada responden yang mengisi kuesioner penelitian, analisis data dilakukan dengan uji *Wilcoxon-Signed Rank Test* untuk menilai ada tidaknya perbedaan yang signifikan dengan tingkat kemaknaan 95%. Untuk menilai informasi citra yang paling optimal dapat dilihat pada *Mean rank* yang tertera pada hasil

pengujian *Wilcoxon-Signed Rank Test*.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini merupakan perbandingan informasi citra antara *sequences* T2 FFE dan SWI pada pemeriksaan MRI *Brain* irisan axial dengan kasus *microbleeds* yang dilakukan di Instalasi Radiologi MRI 3 Tesla Siloam Hospital Lippo Village Tangerang. Penelitian ini menggunakan sampel 5 pasien dengan usia ≥ 55 tahun.

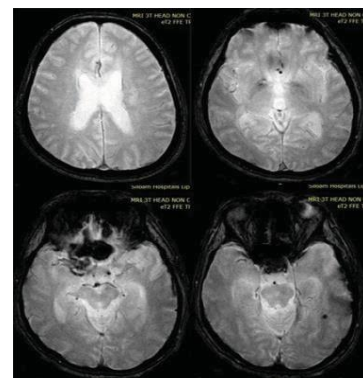
Tabel 1. Deskripsi sampel berdasarkan usia

	N	Minimum	Maximum	Msean
Usia Pasien	5	56	72	63,80

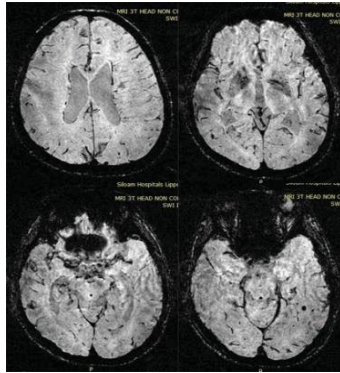
Berdasarkan tabel 1 Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian adalah 5 sampel dengan usia minimal 56 tahun, dan usia maksimal yaitu 72 tahun dengan rata-rata usia yaitu 64 tahun.

Penelitian ini menggunakan 3 responden (dokter spesialis radiologi) dalam melakukan penilaian informasi citra pada *sequence* T2 FFE dan *sequence* SWI dengan masa kerja $\pm 5-7$ tahun, yang terdiri 1 responden laki-laki, dan 2 responden perempuan.

Hasil penelitian diperoleh dari penilaian informasi citra pada *sequence* T2 FFE dan *sequence* SWI. Hasil citra berupa irisan axial dengan mengambil 4 irisan pada masing-masing *sequences* yang menunjukkan adanya *microbleeds*. Berikut gambar 1. merupakan hasil citra dari *sequence* T2 FFE dan *sequence* SWI, yaitu sebagai berikut:



(A)



(B)

Gambar 1. Citra *sequence* T2 FFE (A), dan citra *sequence* SWI (B) pada kasus *microbleeds*

Deskripsi hasil penelitian diambil dari salah satu penulian responden yang telah dilakukan uji konsistensi *cohen's kappa*. Uji konsistensi *Cohens Kappa* merupakan ukuran yang menyatakan konsistensi pengukuran yang dilakukan dua orang penilai (*Rater*) atau konsistensi antar dua metode pengukuran atau dapat juga mengukur konsistensi antar dua alat pengukuran. Koefisien *Cohen's Kappa* hanya diterapkan pada hasil pengukuran data kategorik. Berikut tabel 2 tentang hasil uji statistik *Kappa*, sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil uji statistik *Kappa*

No.	Uji	Value	Keterangan
1.	<i>Kappa</i>	0,875	Reliabilitas baik

Berdasarkan hasil dari uji *Kappa* di atas dapat diketahui bahwa nilai *Kappa* sebesar 0,8 maka dapat dikatakan responden mempunyai reliabilitas yang baik (minimal *Kappa* = 0,8) yang artinya terdapat kesepakatan yang signifikan antara masing-masing Responden, sehingga peneliti hanya mendeskripsikan hasil penelitian dari salah satu responden.

Berikut tabel 3 tentang nilai informasi citra yang diperoleh dari nilai *microbleeds* dan *vasculars* pada *sequence* T2 FFE dan *sequence* SWI, yaitu sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai informasi citra pada *sequences* T2 FFE dan *sequence* SWI

Sampel	Informasi citra T2FFE					Informasi citra SWI				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Nilai	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6

Tabel 3 merupakan nilai yang diperoleh dari penilaian responden terhadap informasi citra

MRI *Brain* irisan axial pada *sequence* T2 FFE dan *sequence* SWI yang diambil dari nilai *microbleeds* dan *vasculars*. Pada *sequence* T2 FFE nilai informasi citra dari sampel 1-5 adalah 5, dan pada *sequence* SWI nilai informasi citra dari sampel 1-5 adalah 6. Berdasarkan nilai informasi citra antara kedua *sequences* tersebut terdapat selisih nilai yaitu pada *sequence* T2 FFE nilai terendah dan tertinggi adalah 5, sedangkan pada *sequence* SWI nilai terendah dan tertinggi adalah 6, maka diantara kedua *sequences* tersebut *sequence* SWI terbaik.

Berikut tabel 4. tentang nilai informasi citra berdasarkan kriteria pada *sequence* T2 FFE dan *sequence* SWI, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai informasi citra berdasarkan kriteria anatomi pada *sequences* T2 FFE dan SWI

No	Kriteria Anatomi	Skor penilaian <i>sequence</i> T2 FFE	Skor penilaian <i>sequence</i> SWI
1	<i>Microbleeds</i>	15	15
2	<i>Vascular</i>	10	15
Jumlah		25	30

Tabel 4 merupakan hasil penilaian yang diperoleh dari penilaian responden terhadap informasi citra MRI *Brain* irisan axial berdasarkan kriteria anatomi dengan 5 sampel. Pada *sequence* T2 FFE diperoleh nilai *Microbleeds* = 15, *Vasculars* = 10, dan jumlah totalnya adalah 25, sedangkan pada *sequence* SWI diperoleh nilai *Microbleeds* = 15, *Vasculars* = 15, dan jumlah totalnya adalah 30. Berdasarkan nilai pada tabel 4 nilai berdasarkan kriteria anatomi yang didapatkan dari penilaian responden, jika dilihat pada *sequence* T2 FFE jumlah nilai untuk informasi anatomi *microbleeds* dan *vasculars* adalah 25, sedangkan pada *sequence* SWI. jumlah nilai untuk informasi anatomi *microbleeds* dan *vasculars* adalah 30, jika dilihat dari nilai kedua *sequences* tersebut maka *sequence* T2 FFE dan *sequence* SWI baik dalam memperlihatkan *microbleeds*, sedangkan untuk *vasculars* lebih baik pada *sequence* SWI.

Nilai *artefact* diperoleh dari penilaian responden terhadap hasil citra dengan keterangan ada atau tidak adanya *artefact* pada hasil citra *sequence* T2 FFE dan *sequence* SWI, keterangan penilaian adalah nilai 2 (tidak ada *artefact*), dan nilai 1 (ada *artefact*). Berikut tabel 5 tentang nilai *artefact* pada hasil citra *sequence* T2 FFE dan *sequence* SWI, yaitu sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai *artefact* pada hasil citra *sequence* T2 FFE dan *sequence* SWI

Sampel	Nilai <i>artefact</i> pada T2FFE					Nilai <i>artefact</i> pada SWI				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Nilai	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2

Tabel 5. merupakan nilai yang diperoleh dari penilaian responden terhadap *artefact* pada hasil citra *sequence* T2 FFE dan *sequence* SWI. Pada *sequence* T2 FFE dari sampel 1-5 diperoleh nilai 2 yang berarti “tidak ada *artefact*”, sedangkan pada *sequence* SWI sampel 1, 2, dan 4 diperoleh nilai 1 yang berarti “ada *artefact*”, dan sampel 3 dan 5 diperoleh nilai 2 yang berarti “tidak ada *artefact*”.

Setelah semua data hasil penelitian dideskripsikan pada tabel diatas, pengolahan selanjutnya yaitu menggunakan uji statistik sebagai data penguat adanya perbedaan diatas. Pengujiannya menggunakan uji *wilcoxon* karena data yang dihasilkan berupa data ordinal dan berpasangan. Uji *Wilcoxon* terhadap informasi citra anatomi secara keseluruhan yang meliputi *microbleeds* dan *vasculars*. Berikut tabel 4.6 tentang hasil uji *wilcoxon* terhadap informasi citra anatomi secara keseluruhan, yaitu sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil uji *Wilcoxon* terhadap informasi citra anatomi secara keseluruhan

No	Uji	p- Value	Mean Rank		Keterangan
			T2 FFE	SWI	
1.	<i>Wilcoxon</i>	0,025	0	3	Perbedaan signifikan

Berdasarkan hasil uji statistic non parametrik *Wilcoxon* diatas menunjukkan nilai signifikan *p-value* = 0.025 atau $p < 0.05$ artinya H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga secara statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada informasi citra anatomi antara *sequence* T2 FFE dan *sequence* SWI pada pemeriksaan MRI *Brain* irisan axial.

Berdasarkan nilai *Mean Rank* pada uji *wilcoxon* untuk *sequence* T2 FFE adalah 0, dan *sequence* SWI adalah 3, Hal ini menunjukkan bahwa *sequence* SWI pada pemeriksaan MRI *Brain* menghasilkan informasi anatomi yang lebih baik.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan Uji *Wilcoxon* terhadap informasi citra anatomi secara keseluruhan yang meliputi *microbleeds* dan *vasculars* dengan *p-value* 0,025 dapat disimpulkan

bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima maka ada perbedaan informasi citra antara *sequences* T2 FFE dan SWI pada pemeriksaan MRI *Brain* irisan axial dengan kasus *microbleeds*.

Hasil citra *microbleeds* pada *gradient echo* berbentuk seperti lesi bulat *hypointens* kecil. *Microbleeds* merupakan endapan kecil dari hasil degradasi darah yang terdapat didalam makrofag dan berhubungan dengan struktur *vasculars* abnormal (Kakar, 2012). *Sequence gradient echo* sensitif terhadap efek *susceptibility* yang dapat memaksimalkan efek paramagnetik dari komponen darah seperti *hemosiderin*, *deoxyhemoglobin*, dan *ferritin* yang disebabkan oleh *dephasing* sinyal MRI, *sequences gradient echo* cenderung untuk membesarkan ukuran lesi, oleh karena itu *microbleeds* sub-milimeter akan tampak seperti lesi *signal-loss* dengan beberapa milimeter, hal ini disebut dengan efek *blooming* (Kim, 2013).

Sequence T2 FFE dan *sequence* SWI termasuk kedalam *sequence gradient echo*, dimana kedua *sequences* ini sensitif terhadap efek *magnetic susceptibility*. *Magnetic susceptibility* adalah kemampuan suatu zat menjadi magnet, perbedaan magnetik jaringan pada perbedaan derajat yang menghasilkan perbedaan *precessional frequency* dan *phase*, hal ini menyebabkan *dephasing* pada *interface* jaringan dan *signal loss* (Westbrooks, 2011).

Sequence SWI diperoleh dengan *three-dimensional, velocity compensated sequence gradient echo* yang mengacu pada penggunaan *magnitude* dan *phase image* atau gabungan dari keduanya, Kontras pada citra SWI sangat berbeda dari citra *T1-weighted, T1-weighted contrast enhanced, T2-weighted, diffusion, perfusion*, atau *angiographic*. (Vivek, 2005). Akuisisi *three-dimensional volumetric* memperoleh data dari seluruh volume jaringan dan bukan dengan pemisahan *slice*, banyak *slice* yang bisa diperoleh (biasanya 128-256). *Sequence* SWI tidak menggunakan *slice gap* dan *volume* citra yang dihasilkan dapat memperlihatkan ukuran lesi yang kecil karena *slice thickness* yang digunakan kecil, secara umum waktu *scanning* relatif lama sehingga memungkinkan resiko *artefact* yang disebabkan oleh pergerakan yang disebut dengan *phase mismatching* atau *ghosting*. Waktu *scanning* dipengaruhi oleh TR, NEX, jumlah *phase encoding*, dan jumlah *slice encoding*.

Sequence T2 FFE disebut juga dengan *T2* Weighted* karena pengaruh medan magnet inhomogen dan medan magnet homogen yang sempurna tidak bisa dihasilkan karena efek *susceptibility*. *Sequence* T2 FFE merupakan bentuk konvensional *non-steady state imaging* dengan TR yang cepat dan *flip angle* eksitasi kecil. Untuk mendapatkan citra *sequence* T2 FFE maka perbedaan waktu *T2** dari jaringan dimaksimalkan dan perbedaan waktu T1 diminimalkan. *Sequence* T2 FFE dalam bentuk 2D

multi-slice dan memiliki *slice gap*. Pada *sequence* ini diperoleh waktu *scanning* yang pendek yang dipengaruhi oleh TR, NEX, dan jumlah *phase encoding*.

Pada *sequence* SWI menghasilkan informasi citra anatomi *microbleeds* sangat jelas yaitu berbatas tegas, *hypointense*, kecil, dan bulat serta pada *vasculars* sangat jelas yaitu berbatas tegas dan *hypointense* sedangkan pada *sequence* T2 FFE menghasilkan citra anatomi *microbleeds* sangat jelas yaitu berbatas tegas, *hypointense*, kecil, dan bulat serta pada *vasculars* cukup jelas yaitu tidak berbatas tegas, dan *hypointense* dimana citra anatomi *vasculars* tampak lebih jelas pada SWI dibandingkan pada T2 FFE. Pada *sequence* SWI memungkinkan adanya *artefact* akibat pergerakan (*Phase mismatching/ ghosting*) lebih besar dibandingkan dengan *sequence* T2 FFE karena *sequence* SWI memiliki waktu *scanning* yang relatif lama. Penelitian ini hanya membahas tentang perbedaan informasi citra yang dihasilkan antara *sequence* T2 FFE dan *sequence* SWI, dan belum dilakukan penelitian tentang waktu *scanning*.

Berdasarkan nilai *Mean Rank* pada uji *wilcoxon* terhadap informasi citra anatomi secara keseluruhan yang meliputi *microbleeds* dan *vasculars* diperoleh nilai *mean rank* pada *sequence* SWI adalah 3, sedangkan pada *sequence* T2 FFE nilai *mean rank* adalah 0, hal ini menunjukkan bahwa *sequence* SWI pada pemeriksaan MRI *Brain* menghasilkan informasi anatomi yang lebih optimal dibandingkan dengan *sequence* T2 FFE. *Sequence* SWI menggunakan proses akuisisi *three-dimensional* yang memungkinkan penggunaan *slice thickness* yang kecil tanpa *gap* sehingga dapat meningkatkan resolusi citra, dan dapat menginterpretasikan *microbleeds* dan *vasculars* kecil dengan sangat baik. *Sequence* SWI menggunakan long TE (*time echo*) yang memungkinkan untuk lebih *dephasing* antara jaringan dengan perbedaan *sueptibility* sehingga menyebabkan peningkatan efek *blooming* yang memungkinkan lesi kecil akan terlihat lebih besar dan jelas.

Simpulan

Terdapat perbedaan informasi citra yang signifikan antara *sequences* T2 FFE dan SWI pada pemeriksaan MRI *Brain* irisan axial dengan kasus *microbleeds* dengan *p-value* 0,025 ($p < 0,05$) pada hasil uji *wilcoxon*.

Berdasarkan nilai *mean rank* pada hasil uji *wilcoxon* dapat disimpulkan bahwa *sequence* SWI menghasilkan informasi citra yang lebih baik dari pada *sequence* T2 FFE pada pemeriksaan MRI *Brain* irisan axial dengan kasus *microbleeds*

Daftar Pustaka

- Berstein, Matt A, dkk, 2004, *MRI Pulse Sequences*, USA : Elsevier Academic Press.
- Cheng, Ah-Ling, dkk, 2013, *Susceptibility Weighted Imaging is More Reliable Than T2*-Weighted Gradient-Recalled Echo MRI For Detecting Microbleeds*, <http://stroke.ahajournals.org/content/strokeaha/> (diakses 25 Juli 2016)
- Dahlan, M, Supiyudin, 2014, *Statistik Untuk Kesehatan: Deskriptif, Bivariat, dan Multivariat, Dilengkapi Aplikasi dengan Menggunakan SPSS*, Jakarta : Epidemiologi Indonesia
- Donal W, Mc Robble, dkk, 2006, *MRI from Picture to Proton*, New York : Cambridge University Press.
- Govin B, dkk, 2009, *Principles, Techniques, and Applications of T2*-Based MR Imaging and Its Special Applications*. <http://pubs.rsna.org>. (diakses 25 Juli 2016).
- Irianto Koes, 2014, *Anatomi dan Fisiologi*, Bandung : Alfabeta.
- Kakar, Puneet, dkk, 2012, *Cerebral Microbleeds : A New Dilemma In Stroke Medicine*, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3738371/> (diakses 18 September 2016)
- Kim, Beom Joon, dan Seung-Hoon Lee, 2013, *Cerebral Microbleeds : Their Associated Factors, Radiologic Finding, And Clinical Application*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3859003/> (diakses 18 September 2018)

Mittal S, Z.Wu, J. Neelavalli, E.M. Haacke, 2009, *Susceptibility Weighted Imaging: Technical Aspects and Clinical Applications*
<http://www.ajnr.org/content/30/2/232.full>
(Diakses 18 September 2016) Monica Ester. Jakarta : EGC.

Patel, Pradip R, 2007, *Lecture Notes Radiologi*, Jakarta : Erlangga

Ramirez, Sergi Martinez dkk, 2014, *Cerebral Microbleeds: Overview and Implications in cognitive impairment*.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (diakses 18 September 2016)

Sajith, Manah, 2014, *Anatomy of Cerebellum*, In Slideshare, Health & Medicine, Technology.

Setiadi, 2007, *Konsep dan Penulisan Riset Keperawatan*, Yogyakarta : Graha Ilmu

Syaihuddin, 2011, *Anatomi Fisiologi Buku Kedokteran*, Alih Bahasa Indonesia

Vivek, Seghal, dkk, 2005, *Clinical Applications of Neuroimaging With Susceptibility Weighted Imaging*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
(diakses 18 September 2016)

Westbrook, Catherine, Carolyn Kaut, dan John Talbot, 2011, *MRI in Practice*, Fourth Edition, United Kingdom : Blackwell Science Ltd.

Westbrook, Chaterine, 2008, *Handbook of MRI Technique*, Third Edition, United Kingdom : Blackwell Science Ltd.