



MRI Otak Demensia: Protokol RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta

Dedi Hardianto¹, Fatimah², Marichatul Jannah³

¹⁾ Rumah Sakit Umum Daerah Muntilan, Indonesia

^{2,3)} Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

Corresponding Author: Dedi Hardianto
e-mail: dedihardianto281288@gmail.com

ABSTRACT

Background: The procedure for examining brain magnetic resonance imaging (MRI) in clinical dementia at the Radiology Installation of RSUP dr. Sardjito Yogyakarta used T2W, 3D FLAIR, 3D FFE ADNI, diffusion-weighted imaging (DWI), and susceptibility-weighted imaging (SWI) sequences. The selection of this sequence was in accordance with the existing references but was added to the SWI sequence. This study aims to determine the MRI brain examination in clinical dementia and to find out the reason for the addition of the SWI sequence.

Methods: This type of research is qualitative research with a case study approach. Data was collected by observation, in-depth interviews, and documentation. Data analysis was carried out with the stages of data transcription, data reduction, data presentation, and carried out discussions and drawing conclusions.

Results: The results of the study stated that the measurement of brain volume was carried out by entering the raw data of the T1 FFE ADNI sequence image into the freesurfer software which was useful for assessing Alzheimer's dementia.

Conclusions: The diagnosis is made by looking for bleeding and microbleeding using the SWI sequence in assessing vascular dementia. SWI sequences are useful in differentiating between calcification and microbleeding causing vascular dementia.

Keywords: brain MRI; Dementia; Susceptibility weighted image (SWI)

Pendahuluan

Anatomi otak adalah susunan atau bagian-bagian dari otak yang berkaitan satu sama lain. Anatomi otak terdiri dari saraf-saraf yang kompleks untuk menerima sinyal dari organ – organ sensorik tubuh dan informasi ke otot-otot. Otak merupakan organ manusia yang mempunyai fungsi sangat vital (Akil dan Nurjanah, 2021).

Salah satu patologi yang ada pada otak adalah Demensia. Penyakit demensia muncul sebagai gejala perubahan perilaku, kognisi, dan perubahan aktifitas kehidupan sehari-hari sehingga anggota keluarga dan orang terdekat yang mengenali perubahan tersebut (Untari, Dewi Noviyanti dan Sugihartiningsih, 2019).

Demensia adalah gejala melumpuhkan yang di karenakan oleh dua faktor yaitu Alzheimer dan penyakit cerebro vaskuler, yang berkontribusi pada hilangnya sel-sel otak dan atrofi otak sebelum gejala demensia ini terdeteksi. Penyakit demensia adalah penyakit neurodegenerative progresif. Patogenesis didominasi oleh toksisitas protein amyloid pada

neuron di hipokampus dan kortek entorhinal yang menyebar sampai ke neocortex. Secara patologis akumulasi lipatan protein amyloid yang membentuk pikun plak (Tariq dan Barber, 2018). Salah satu pemeriksaan yang digunakan untuk mendeteksi dini penyakit demensia adalah pemeriksaan Magnetic Resonance Imaging (MRI) karena dapat memperlihatkan struktur otak dengan sensitivitas yang tinggi. Gambaran yang dihasilkan oleh MRI dapat digunakan untuk membedakan kelainan pada otak.

Pemeriksaan MRI Brain pada pasien dengan diagnosis demensia menurut Westbrook (2014) yaitu dengan menggunakan beberapa sekuen yaitu Sagital Spin Echo T1, sagittal spin echo T2, 3D incoherent gradient echo T1, 3D inversion recovery (IR) Fast spin echo T2. Pemeriksaan MRI brain pada pasien dengan diagnosis demensia menurut Krismer dkk (2019) menggunakan beberapa sekuen yaitu T1 Weighted, fluid attenuated inversion recovery (FLAIR), T2 Weighted, Diffusion Tensor Imaging (DTI), 3D T1 weighted Gradient Echo.

Pemeriksaan MRI brain pada pasien dengan diagnosis demensia menurut Den Heijer dkk., (2012) menggunakan sekuen fast gradient inversion recovery dan sekuen diffusion tensor imaging (DTI).

Berdasarkan observasi awal yang dilakukan penulis, pemeriksaan MRI brain di Instalasi Radiologi RSUP dr. Sardjito Yogyakarta menggunakan beberapa sekuen di antara nya adalah T2 Weighted, DWI, 3D T1 FFE ADNI, 3D FLAIR, DTI, SWI. Sekuen ini merupakan protocol yang selalu digunakan untuk pemeriksaan MRI brain dengan klinis demensia. dibandingkan dengan literatur di atas ada sekuen yang hanya di gunakan di RSUP dr. Sardjito Yogyakarta yaitu sekuen susceptibility weighted imaging (SWI).

SWI merupakan sekuen gradient echo yang menggunakan 3D high spatial resolution yaitu Teknik yang memanfaatkan perbedaan kepekaan magnetic dari berbagai jaringan, seperti produksi darah, besi dan kalsifikasi untuk menghasilkan kontras pada citra MRI (Wang dkk., 2016). Parameter yang digunakan pada sekuen SWI menurut Halefoglu dan Yousem (2018) menggunakan echo time Panjang yaitu 50 ms, flip angle yang pendek 150, FOV 230 mm, slice thickness 5mm, TR 35 ms, matrix size 256x512. Ada beberapa penggunaan SWI dalam pemeriksaan MRI diantaranya adalah untuk mendeteksi lesi, lebih sensitif dalam mendeteksi perdarahan pada infark akut dan SWI juga digunakan untuk membedakan perdarahan dari vena tumoral jika SWI digunakan sebelum dan sesudah pemberian zat kontras (Sood dkk., 2014).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemeriksaan magnetic resonance imaging (MRI) brain pada klinis demensia di Instalasi Radiologi RSUP dr. Sardjito Yogyakarta serta untuk mengetahui alasan mengapa menggunakan sekuen Susceptibility Weighted Imaging (SWI) pada pemeriksaan MRI brain pada klinis demensia di RSUP dr. Sardjito Yogyakarta

Metode

Jenis penelitian yang digunakan dalam penulisan karya tulis ilmiah ini adalah kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Waktu pengambilan data untuk penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2022 sampai dengan bulan Juni 2022, dan tempat pengambilan data dilakukan di RSUP dr. Sardjito Yogyakarta. Subjek penelitian adalah pasien MRI brain dengan klinis demensia di RSUP dr. Sardjito Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pada tiga

pasien yang berbeda yang melakukan MRI brain dengan klinis demensia. Metode pengambilan data dilakukan dengan cara Observasi, wawancara mendalam dan dokumentasi. Analisis data dilakukan dengan tahapan transkrip data, reduksi data, penyajian data yang kemudian dilakukan pembahasan untuk menarik kesimpulan.

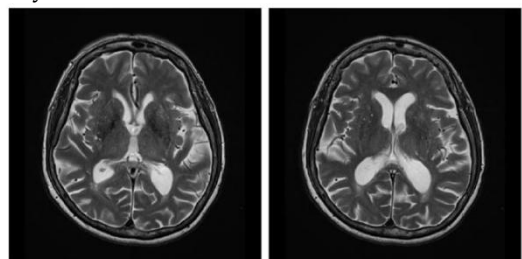
Hasil dan Pembahasan

Pemeriksaan MRI brain pada klinis demensia di instalasi radiologi RSUP dr. Sardjito Yogyakarta menggunakan beberapa sekuen antara lain T2WI, 3D Fluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR), Diffusion Weighted Images (DWI), Susceptibility Weighted Imaging (SWI) dan 3D T1 FFE ADNI.

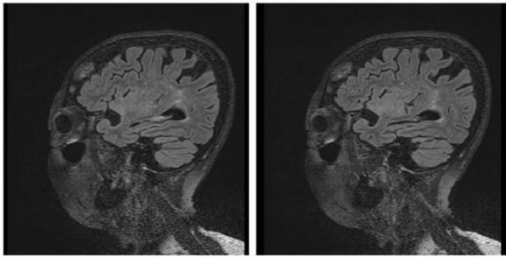
Citra T2 weighted digunakan untuk gambar patologi karena sebagian besar patologi memiliki kandungan air yang tinggi dan oleh karena itu relatif hiperintens. Untuk pembobotan T2, TE harus panjang dan TR juga harus Panjang (Westbrook dan Talbot, 2019). Tiga gambar di bawah adalah hasil citra sekuen T2WI MRI brain pada tiga pasien yang berbeda dengan klinis yang sama yaitu demensia.

Sekuen FLAIR merupakan kepanjangan dari Fluid Attenuated Inversion Recovery. FLAIR digunakan dalam pencitraan otak dan tulang belakang untuk melihat lesi periventrikular dan tali pusat dengan lebih jelas. Sekuen ini sangat berguna untuk lesi white matter seperti leukomalacia periventrikular dan untuk kelainan white matter atau grey matter (Westbrook dan Talbot, 2019). Tiga gambar di bawah adalah hasil citra sekuen FLAIR MRI brain pada tiga pasien yang berbeda dengan klinis yang sama yaitu demensia.

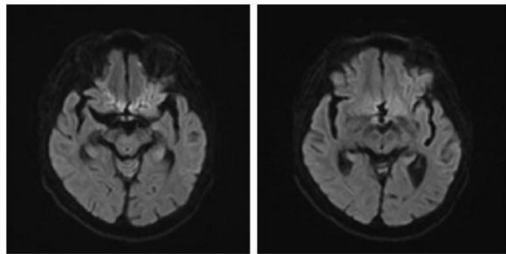
Diffusion Weighted Images adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan pergerakan molekul di ruang ekstraseluler karena gerakan termal acak. DWI digunakan untuk melihat lesi atau tumor pada otak, infark dan perdarahan (Westbrook dan Talbot, 2019). Tiga gambar di bawah adalah hasil citra sekuen DWI MRI brain pada tiga pasien yang berbeda dengan klinis yang sama yaitu demensia.



Gambar 1. Citra Sekuen T2W terlihat lesi di ganglia basalis bilateral (kanan dan kiri)

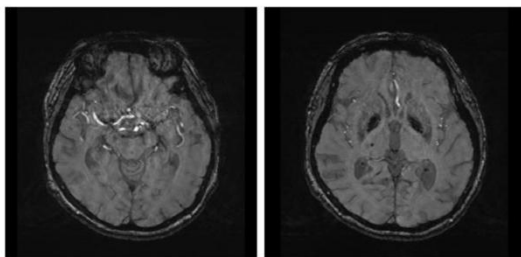


Gambar 2. Citra Sekuen 3D FLAIR terlihat lesi hiperintens pada os frontal

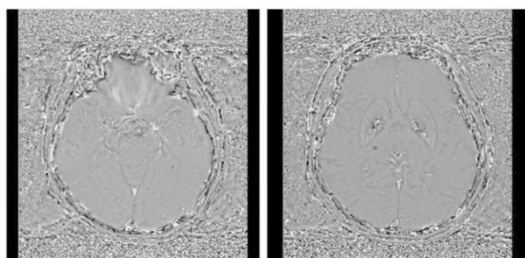


Gambar 3. Citra Sekuen DWI

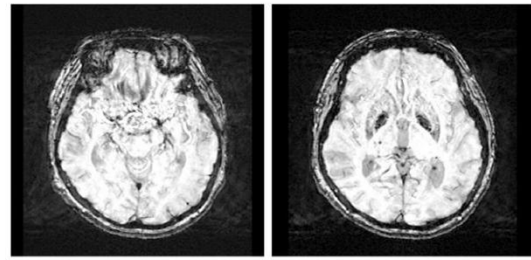
SWI menggunakan perbedaan kerentanan magnetik antara jaringan untuk menghasilkan kontras gambar. Konsep dasar dari Teknik ini adalah dengan mempertahankan informasi fase menjadi citra akhir, dengan membuang artefak fase dan hanya menyimpan fase local yang menarik. Dengan demikian ini menggunakan informasi fase dan kehilangan sinyal untuk mengungkapka perbedaan kerentanan antara berbagai jaringan atau zat seperti produk darah, zat besi (Vishwanath dkk., 2016). Sekuen SWI menghasilkan tiga citra yaitu citra phase image, magnitudo image dan SWI akhir.



Gambar 4. Citra magnitude image sekuen SWI menunjukkan gambaran microbleeding

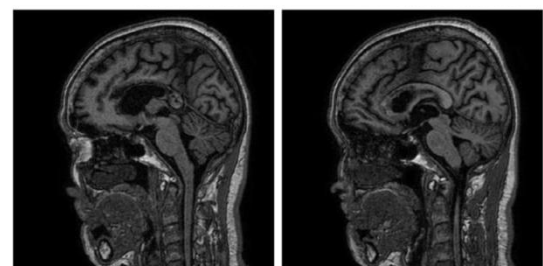


Gambar 5. Citra phase image sekuen SWI menunjukkan gambaran microbleeding



Gambar 6. Citra akhir sekuen SWI menunjukkan gambaran microbleeding

Sekuen 3D T1 FFE ADNI ini merupakan sekuen khusus yang hanya di lakukan untuk pasien dengan kasus demensia saja. Sekuen ini pada dasarnya adalah sekuen gradient echo. Parameter pada sekuen ini akan menghasilkan gambaran seperti gambar T1W namun dengan irisan yang lebih tipis serta dibuat 3D isotropik dan dibuat dengan menggunakan Flip Angle 9°. Dengan di buat 3D dan Flip angle yang kecil akan menghasilkan gambaran yang banyak dalam waktu yang relatif lebih singkat dan mampu menghasilkan gambaran anatomi otak lebih detail terutama pada daerah sulkus, girus, Grey matter dan White Matter dibandingkan apabila menggunakan sekuen T1 biasa. Pada patologi demensia perbedaan kontras antara white matter dan grey matter juga menjadi hal yang sangat penting, karena dengan kontras yang berbeda nantinya akan bisa diukur apabila otak mengalami pengecilan ukuran/ atrofi (Westbrook dan Talbot, 2019).



Gambar 7. Citra Sekuen T1 FFE ADNI menunjukkan adanya Lesi patologis di Genu Corpus Collosum

Pengukuran volume otak di RSUP dr. Sardjito Yogyakarta dilakukan langsung oleh dokter spesialis radiologi menggunakan aplikasi free surfer. Aplikasi ini bekerja dengan otomatis setelah raw data dari hasil citra sekuen 3D T1 FFE ADNI dimasukkan. Aplikasi freesurfer akan menghasilkan beberapa data volume dari jaringan di otak. Table berikut adalah hasil dari pengukuran volume otak menggunakan aplikasi freesurfer di Instalasi Radiologi RSUP dr. Sardjito Yogyakarta.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Volume Otak Pasien

	Hasil volume (cc)		
	Pasien 1	Pasien 2	Pasien 3
Whole brain	988,13 (volume normal 1444-1465)	831 (volume normal 1444-1465)	836 (volume normal 1444-1465)
Intrakranial hipokampus	1345,80 rasio = 73,42 % 3,44 (volume normal 16,1 - 21,8)	1166 rasio = 71,2 % 6,8 (volume normal 16,1 - 21,8)	1503 rasio = 55,6 % 6,1 (volume normal 16,1 - 21,8)
Ventrikel lateralis	43,66	37,72	90,9
Right cerebellum white matter	10,03	10,3	9,7
Left cerebellum white matter	9,64	10,6	9,8
Brainstem	19,57	16,5	-
Cerebral cortex	531,18	330,5	355,6
Grey matter	620,11	466,2	491,7
Thalamus	9,63 (volume normal 9,1 (pria) dan 8,1 (wanita))	5,8 (volume normal 9,1 (pria) dan 8,1 (wanita))	11,1 (volume normal 9,1 (pria) dan 8,1 (wanita))
Nucleus caudatus	7,56 (volume normal 7,23 (pria) dan 6,23 (wanita))	3,2 (volume normal 7,23 (pria) dan 6,23 (wanita))	4,7 (volume normal 7,23 (pria) dan 6,23 (wanita))
Globus palidus	2,49	1,6	3,2
Amygdala	1,22	1,4	2,9
Nucleus accumbens	0,48	0,3	0,4

Alasan penggunaan sekuen SWI pada pemeriksaan MRI Brain pada klinis demensia di Instalasi Radiologi RSUP dr. Sardjito Yogyakarta adalah sebagai berikut:

1. Citra SWI bisa memperlihatkan gambaran *microbleeding*. Gambaran *microbleeding* hanya bisa terlihat pada sekuen SWI dan tidak bisa terlihat pada sekuen lainnya.
2. Sekuen SWI digunakan untuk membedakan antara *microbleeding* dengan kalsifikasi. Pada SWI dihasilkan dua citra utama yaitu magnitude *image* dan *phase image*.
3. Citra SWI dapat dipastikan tidak ada gambaran *microbleeding* yang terlewatkan, hal ini dikarenakan sekuen SWI dibuat dengan irisan yang tipis dari *vertex* sampai *medulla oblongata/ craniocervical junction* hal ini mengakibatkan tidak ada slice gap yang terjadi.

Prosedur pemeriksaan MRI Brain pada klinis Demensia menggunakan pemilihan sekuen T2W, 3D FLAIR, DWI, SWI dan 3D T1 FFE ADNI. Sekuen yang digunakan untuk MRI brain pada klinis demensia menurut

Westbrook (2014) yaitu dengan menggunakan beberapa sekuen, antara lain Sagittal Spin Echo T1, Sagittal spin echo T2, 3D incoherent gradient echo T1, 3D inversion recovery (IR) Fast spin echo T2. Pemilihan sekuen tersebut akan menghasilkan gambaran otak dengan kontras tinggi antara white matter dengan grey matter, dan pemilihan sekuen fast spin echo akan menghasilkan gambaran dengan resolusi yang tinggi di daerah hipokampus. Gambaran kontras yang tinggi dan resolusi yang tinggi pada daerah hipokampus sangat berguna dalam memperlihatkan penurunan volume otak/ atrofi yang terjadi pada pasien dengan klinis demensia.

Sekuen yang digunakan untuk MRI Brain pada Klinis Demensia menurut (Krismer dkk., 2019) yaitu T1 Weighted, Fluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR), T2 Weighted, Diffusion Tensor Imaging (DTI), 3D T1 weighted Gradient Echo. Jurnal tersebut menjelaskan bahwa segmentasi daerah sub kortikal dari hasil citra 3D T1 Weighted gradient echo dan estimasi volume struktur otak dilakukan menggunakan software freesurfer. Software ini bekerja secara

otomatis mensegmentasikan dan memberi label pada struktur otak. Pencitraan dari sekuen 3D T1 weighted gradient echo termasuk untuk perbaikan motion artefak, penghilangan jaringan nonbrain, segmentasi dari white matter dan grey matter hal ini berguna dalam menentukan ketepatan segmentasi struktur otak yang akan di ukur menggunakan aplikasi freesurfer dalam penegakkan klinis demensia.

Sekuen yang digunakan untuk MRI Brain pada Klinis Demensia menurut (den Heijer dkk., 2012) yaitu menggunakan sekuen fast gradient inversion recovery dan Diffusion Tensor Imaging (DTI). Jurnal tersebut menjelaskan bahwa hipokampus merupakan struktur di lobus temporal medial yang terlibat dalam fungsi memori episodic. Menurunnya fungsi memori penuaan dan kinerja memori yang rendah merupakan indikasi pertama penyakit demensia. Pada pasien demensia, volume hipokampus yang lebih kecil berkorelasi dengan fungsi memori yang lebih buruk. Sekuen fast gradient inversion recovery dan Diffusion Tensor Imaging (DTI) digunakan untuk mensegmentasikan daerah hipokampus dengan lebih baik, dengan segmentasi yang baik akan menghasilkan ukuran volume otak yang lebih tepat.

Menurut pendapat penulis prosedur pemeriksaan Magnetic Resonance Imaging (MRI) brain pada klinis Demensia di Instalasi Radiologi RSUP dr. Sardjito Yogyakarta secara keseluruhan telah sesuai dengan teori, tetapi ada beberapa perbedaan pemberian nama sekuen dan ada perbedaan penggunaan dan penambahan sekuen. Perbedaan nama sekuen diantaranya untuk sekuen 3D incoherent gradient echo menjadi 3D T1 FFE ADNI, untuk sekuen 3D inversion recovery (IR) Fast spin echo menjadi 3D FLAIR. Sekuen yang tidak digunakan di RSUP dr. Sardjito Yogyakarta yaitu sekuen Diffusion Tensor Imaging (DTI) dan T1W. Alasan sekuen DTI tidak digunakan oleh petugas karena sekuen ini merupakan sekuen tambahan yang hanya digunakan sesuai dengan permintaan dari dokter bedah saraf, dan digunakan pada pasien dengan diagnosa tumor saraf dan pasien dengan tindakan bedah saraf, sedangkan alasan petugas tidak menggunakan sekuen T1W karena penggunaan sekuen ini digantikan dengan sekuen 3D T1 FFE ADNI. penambahan

sekuen juga dilakukan oleh petugas di RSUP dr. Sardjito yaitu sekuen Diffusion Weighted Imaging (DWI) dan sekuen Susceptibility Weighted Imaging (SWI). Sekuen DWI digunakan untuk melihat tumor, perdarahan dan infark, sedangkan sekuen SWI digunakan untuk melihat perdarahan yang kecil atau microbleeding.

Menurut Shams dkk. (2015) dikarenakan adanya peningkatan permintaan deteksi microbleeding, maka penggunaan sekuen SWI sangat dianjurkan. Pada citra SWI dapat menunjukkan gambaran microbleeding yang optimal. Hubungan antara microbleeding dengan kondisi klinis pasien sangat berhubungan erat pada kasus pasien demensia. Menurut pendapat penulis, pemilihan sekuen SWI yang dilakukan di RSUP dr. Sardjito Yogyakarta sudah sesuai dengan apa yang ada di jurnal. Penulis setuju dengan penambahan sekuen SWI ini karena akan membantu dalam penegakkan diagnose demensia. ada dua penyebab demensia yaitu demensia karena Alzheimer dimana akan terlihat gambaran atrofi otak atau ukuran volume otak mengecil, dan demensia karena adanya perdarahan lama post stroke dan adanya microbleeding.

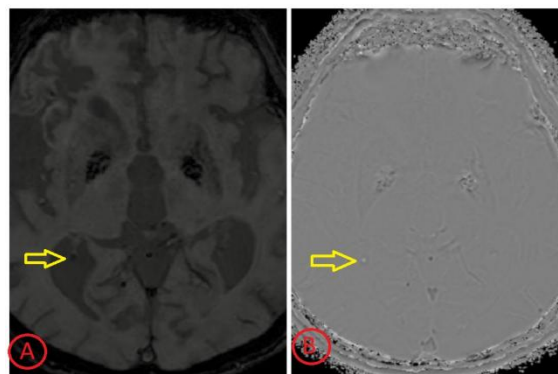
Ada dua penyebab demensia yaitu demensia karena *Alzheimer* dimana akan terlihat gambaran atrofi otak atau ukuran volume otak mengecil, dan demensia karena adanya perdarahan lama post stroke dan adanya microbleeding. Penegakkan demensia yang dikarenakan oleh Alzheimer dilakukan dengan pengukuran volume otak menggunakan software tambahan yaitu free surfer. software free surfer ini ada di komputer workstation Dokter Spesialis Radiologi dan merupakan software tambahan diluar dari perangkat MRI. Pengukuran volume otak dilakukan dengan memasukkan raw data dari citra sekuen T1W FFE ADNI ke dalam software tersebut. Freesurfer akan bekerja secara otomatis selama delapan jam setelah raw data citra MRI dimasukkan, dan akan menghasilkan beberapa data volume dari jaringan di otak, antara lain Volume whole brain (normal range = 1444ml – 1655ml), Volume hipokampus total (normal range = 8,1ml – 10,9ml), Volume ventrikel lateralis (normal range = 9ml – 47ml), volume ventrikel tertius, volume ventrikel quartus, Volume Cerebellum, Volume Brainstem, Volume Left Cerebral, volume Right Cerebral,

Volume total Grey Matter, volume Nucleus Caudatus, volume Putamen, volume Thalamus, Volume Globus Palidus, volume Amygdala, dan volume Nucleus Accumbens.

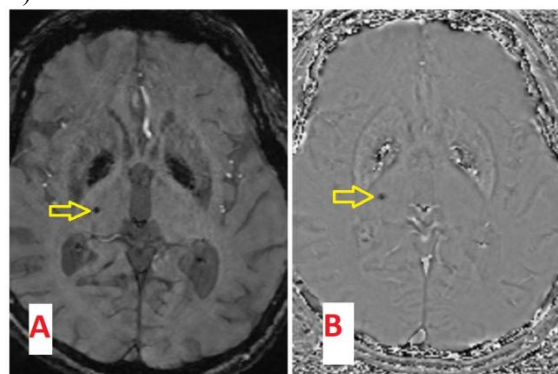
Data volume tersebut akan di tulis di ekspertise hasil bacaan radiologi. Volume serebri dan hipokampus mempunyai peranan penting dalam hubungan nya dengan fungsi memori manusia. Penumpukan protein beta amyloid pada hipokampus dan serebri akan menyebabkan otak mengalami atrofi atau penyusutan volume otak. Dalam temuan fisik yang paling signifikan dalam sel-sel otak yang terkena penyakit Alzheimer adalah plak neuritik dan kusut neurofibrillary. Plak neuritik ditemukan di otak orang tua, dimana jumlah plak neuritik berlebihan di korteks serebral. Faktor lain yang signifikan dalam penyakit Alzheimer adalah berkurangnya asetikolin di korteks serebral. Berkurangnya asetikolin ini yang menyebabkan otak mengalami atrofi, dimana asetikolin diperlukan untuk fungsi kognitif dan memori otak. Terjadinya atrofi otak ini akan sangat berhubungan dengan berkurang nya memori juga (Akil dan Nurjanah, 2021). Selain pemeriksaan MRI, dokter spesialis syaraf juga menggunakan pemeriksaan penunjang lain seperti brain mapping dan pemeriksaan electro encephalo graphy (EEG) untuk menegakkan diagnose demensia.

Penegakkan demensia vaskuler yang disebabkan karena adanya perdarahan dan microbleeding akan terlihat pada citra sekuen SWI, dan untuk gambaran microbleeding hanya bisa dilihat pada sekuen SWI saja. Sekuen SWI akan menghasilkan dua citra utama yaitu magnitude image dan phase image. Pesawat merk Philips 1,5 Tesla di RSUP dr. Sardjito Gambaran microbleeding terlihat hipointens atau gelap pada phase image dan magnitude image, Sedangkan untuk kalsifikasi terlihat hipointens atau gelap pada magnitude image dan hiperintens atau lebih terang phase image. Oleh karena itu apabila terdapat kecurigaan adanya microbleeding, gambaran microbleeding tersebut akan terlihat hiperintens atau gelap pada citra phase image maupun magnitudo image. Oleh karena itu, sekuen SWI sangat diperlukan untuk penegakkan diagnose demensia vaskuler yang disebabkan oleh microbleeding, karena bisa membedakan

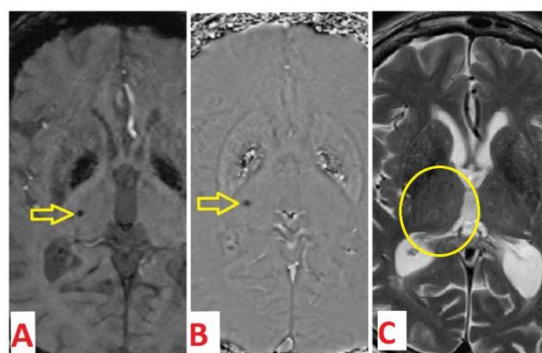
gambaran microbleeding dengan kalsifikasi dengan optimal.



Gambar 8. Tampak gambaran kalsifikasi pada citra sekuen SWI potongan Axial. gambaran Kalsifikasi akan tampak hipointens pada citra magnitude image SWI (gambar A) dan tampak hiperintens pada citra phase image SWI (gambar B)



Gambar 9. Tampak gambaran Microbleeding pada citra sekuen SWI potongan Axial. Gambaran Microbleeding akan tampak hipointens pada citra magnitude image SWI (gambar A) maupun pada citra phase image SWI (gambar B)



Gambar 10. Pada Slice yang sama tampak gambaran Microbleeding yang ditunjukkan panah kuning pada citra magnitude image SWI (gambar A) dan pada citra phase image SWI (Gambar B), sedangkan pada citra T2W (gambar C) tidak bisa memperlihatkan gambaran microbleeding

Simpulan

Hasil penelitian menyatakan bahwa pengukuran volume brain dilakukan dengan cara memasukkan raw data citra sekuen T1 FFE ADNI kedalam software freesurfer yang berguna untuk menilai demensia Alzheimer. Penegakkan diagnosis dilakukan dengan mencari perdarahan dan microbleeding menggunakan sekuen SWI dalam menilai demensia vaskuler. Sekuen SWI berguna dalam membedakan antara kalsifikasi dengan microbleeding penyebab demensia vaskuler.

Untuk mengurangi waktu pemeriksaan MRI, penggunaan sekuen DWI bisa dihilangkan karena sekuen DWI dan SWI sama-sama untuk melihat adanya perdarahan. Untuk pasien stroke awal Dokter Spesialis Radiologi lebih menggunakan sekuen DWI untuk mendeteksi adanya perdarahan, sedangkan untuk pasien demensia Dokter Spesialis Radiologi lebih menggunakan sekuen SWI untuk mendeteksi perdarahan dan microbleeding.

Daftar Pustaka

- Akil, M. dan Nurjanah (2021) "Neurosains - Menjiwai Sistem Saraf dan Otak." 1st edition, Prenada Media Group. Jakarta.
- Den Heijer, T. dkk. (2012) "Structural And Diffusion MRI Measures Of The Hippocampus And Memory Performance," *NeuroImage*, 63(4), hal. 1782–1789. doi: 10.1016/j.neuroimage.2012.08.067.
- Halefoglul, A. M. dan Yousem, D. M. (2018) "Susceptibility Weighted Imaging: Clinical Applications And Future Directions," *World Journal of Radiology*, 10(4), hal. 30–45. doi: 10.4329/wjr.v10.i4.30.
- Krimer, F. dkk. (2019) "Morphometric Mri Profiles Of Multiple System Atrophy Variants And Implications For Differential Diagnosis," *Movement Disorders*, 34(7), hal. 1041–1048. doi: 10.1002/mds.27669.
- Shams, S. dkk. (2015) "SWI or T2*: Which MRI sequence to use in the detection of cerebral microbleeds? The Karolinska Imaging Dementia Study," *American Journal of Neuroradiology*, 36(6), hal. 1089–1095. doi: 10.3174/ajnr.A4248.
- Sood, S. dkk. (2014) "Susceptibility Weighted Imaging : Physics And Clinical Applications In Neuroimaging At 3 Tesla," *European Society of Radiology*. hal. 1–48. <https://epos.myesr.org/poster/esr/ecr2014/C-1472>. doi: 10.1594/ecr2014/C-1472.
- Tariq, S. dan Barber, P. A. (2018) "Dementia Risk And Prevention By Targeting Modifiable Vascular Risk Factors," *Journal of Neurochemistry*, 144(5), hal. 565–581. doi: 10.1111/JNC.14132.
- Untari, I., Dewi Noviyanti, R. dan Sugihartiningsih (2019) "Buku Pegangan Kader (Peduli Demensia Pada Lansia)". CV. Jasmine. Sukoharjo.
- Vishwanath, R. S. dkk. (2016) "Susceptibility Weighted Imaging - Pearls And Pitfalls," *European Society of Radiology*, C-1773. doi: 10.1594/ECR2016/C-1773.
- Wang, C. dkk. (2016) "A Comparison Study Of Single-Echo Susceptibility Weighted Imaging And Combined Multi-Echo Susceptibility Weighted Imaging In Visualizing Asymmetric Medullary Veins In Stroke Patients," *PLoS ONE*, 11(8), hal. 1–11. doi: 10.1371/journal.pone.0159251.
- Westbrook, C. (2014) "Handbook Of MRI Technique." 4th edition. Department Of Allied Health And Medicine Faculty Of Health, Social Care And Education, Anglia Ruskin University. Cambridge, UK.
- Westbrook, C. dan Talbot, J. (2019) "Handbocck of MRI." Fifth Edition, *Journal of Materials Processing Technology*. India