

PERAN SEQUENCE 3D AXIAL SWAN PADA MRI BRAIN KASUS PARKINSON

Firman Dwi Royansyah¹, I Putu Eka Juliantara², I Wayan Ariec³ AKTEK

Radiodiagnostik dan radioterapi Bali

*Corresponding Author : firmandwiroyansyah@gmail.com

ABSTRAK

Magnetic Resonance Imaging (MRI) 3D Axial SWAN otak adalah teknik pencitraan non-invasif yang digunakan untuk memvisualisasikan struktur dan fungsi otak. Penelitian ini bertujuan untuk memahami peran sequence 3D Axial SWAN pada pemeriksaan MRI otak pada kasus klinis Parkinson. Parkinson adalah penyakit neurodegeneratif yang ditandai dengan gangguan motorik dan non-motorik. Pemeriksaan MRI otak menggunakan sequence 3D Axial SWAN mampu memberikan visualisasi yang lebih jelas terkait perubahan mikrostruktural di otak, terutama dalam mendeteksi kelainan vaskular kecil dan penumpukan zat besi yang berhubungan dengan degenerasi jaringan. Penelitian ini dilakukan di salah satu rumah sakit di Jakarta, dengan melibatkan beberapa radiografer, dokter radiologi, dan pasien yang didiagnosis Parkinson. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam mengenai peran sequence SWAN dalam diagnosis Parkinson, serta memberikan wawasan praktis dalam meningkatkan akurasi diagnostik MRI Brain pada pasien Parkinson.

Kata kunci: *Magnetic Resonance 3D Axial SWAN, Magnetic Resonance Imaging, pre contrast*

ABSTRACT

3D Axial SWAN Magnetic Resonance Imaging (MRI) of the brain is a non-invasive imaging technique used to visualize brain structure and function. This study aims to understand the role of 3D Axial SWAN sequence in brain MRI examination in clinical cases of Parkinson's disease. Parkinson's is a neurodegenerative disease characterized by motor and non-motor disorders. Brain MRI examination using 3D Axial SWAN sequence is able to provide clearer visualization of microstructural changes in the brain, especially in detecting small vascular abnormalities and iron buildup associated with tissue degeneration. This study was conducted in one of the hospitals in Jakarta, involving several radiographers, radiology doctors, and patients diagnosed with Parkinson's disease. The results of this study are expected to provide a deeper understanding of the role of SWAN sequences in the diagnosis of Parkinson's, as well as provide practical insights in improving the diagnostic accuracy of Brain MRI in Parkinson's patients.

Kata kunci: *Magnetic Resonance 3D Axial SWAN, Magnetic Resonance Imaging, pre contrast*

PENDAHULUAN

Parkinson adalah penyakit neurologis yang progresif dan hingga saat ini belum ditemukan obatnya. Dikenal juga sebagai Parkinson's disease (PD), kondisi ini menyebabkan gangguan pada fungsi motorik dan non-motorik. Penyakit ini umumnya terjadi pada sekitar 1% dari populasi yang berusia lebih dari 60 tahun, dengan tingkat prevalensi yang cenderung meningkat seiring bertambahnya usia. Kaitannya dengan faktor usia menunjukkan bahwa kualitas hidup pasien akan menurun, dan diperkirakan jumlah kasus Parkinson akan naik sekitar 25-30% dalam waktu 25 tahun mendatang. (Nugraha et al., 2023).

Terdapat beberapa pasien terdeteksi kelainan *parkinson* setelah dilakukan pemeriksaan penunjang dengan modalitas MRI. MRI dapat membantu membedakan antara *parkinson* dan gangguan lain yang memiliki gejala serupa. Ini mungkin melalui identifikasi tanda-tanda khas di otak yang mungkin membedakan *parkinson* dari gangguan lain, seperti atrofi otak yang berbeda atau adanya lesi yang menunjukkan penyakit tertentu (Zein & Khairunnisa, 2023) *Magnetic Resonance Imaging (MRI)* adalah teknik pencitraan yang

memvisualisasikan penampang tubuh menggunakan prinsip resonansi magnetik dari inti atom hidrogen. MRI otak digunakan untuk memeriksa anatomi dan mendeteksi kelainan di otak, termasuk diagnosis klinis, gangguan patologis, tumor, dan kelainan lain di sekitarnya. Teknik ini juga penting dalam identifikasi penyebab lain dari parkinsonisme. Keunggulan MRI dalam mendeteksi Parkinson terletak pada sifatnya yang non-invasif, menjadikannya metode yang sering digunakan dalam proses diagnostik. (Hikmah & Juliantara, 2023)

Berdasarkan teori dibuku *handbook of MRI technique fourth editions sequence* yang digunakan antara lain Pada umumnya *sequence MRI Brain* rutin *T1 weighted, T2 weighted, FLAIR, diffusion weighted imaging (DWI)*. Penelitian dalam bidang *parkinson disease (PD)* terus berkembang, dengan fokus pada penggunaan teknologi neuroimaging seperti *Magnetic Resonance Imaging (MRI)* untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang patofisiologi penyakit ini. (Handbook of MRI Technique, n.d.). Berdasarkan penelitian dari jurnal *Clinical application of brain MRI in the diagnostic work-up of parkinsonism, 2017*. Pemeriksaan MRI otak rutin, dengan kekuatan medan magnet 1,5T atau 3T, membutuhkan waktu sekitar 30 menit dan mencakup akuisisi yang berbeda, yang juga disebut sebagai. Penelitian tersebut merekomendasikan untuk menyertakan *T1-weighted* dan *T2 FLAIR*, baik sebagai akuisisi 2D atau 3D. Kedua bidang transversal dan sagital harus tersedia. Selain itu, protokol harus mencakup pencitraan yang berbobot pada *difusi (DWI)* dan urutan sensitif terhadap kerentanan, baik *sequence T2** atau pencitraan kerentanan (*SWI*). Untuk evaluasi yang lebih rinci dari *ganglia* basal dan area kecil dari kehilangan jaringan, disarankan untuk juga menyertakan urutan *T2-weighted*. (Meijer et al., 2017)

Berdasarkan studi kasus yang saya lakukan selama Praktek Kerja Lapangan (PKL) di RS Swasta Jakarta, beberapa *sequence* rutin yang digunakan antara lain, Axial DWI, Axial T2 Flair, Axial T1 Flair, Axial T2 Propller, Sagital T2 Flair, Coronal T1 Flair. Penelitian ini memberikan gambaran tentang praktik umum yang diadopsi oleh rumah sakit tersebut dalam melakukan pemeriksaan MRI. *Susceptibility Weighted Imaging (SWI)* yang bertujuan untuk memberikan informasi tambahan yang berguna secara klinis yang sering melengkapi urutan pencitraan MR konvensional yang digunakan dalam evaluasi berbagai gangguan neurologis, termasuk cedera otak traumatis (TBI), gangguan koagulopati atau hemoragik lainnya, formasi mal vaskular, infark serebral, neoplasma, dan gangguan neurodegen yang terkait dengan kalsifikasi intracranial. (Haacke et al., 2004)

Secara umum *Sequence 3D Axial SWAN (Susceptibility-Weighted Angiography)* merupakan teknik pencitraan yang dirancang untuk menghasilkan gambaran tiga dimensi dari struktur mikrovaskular di dalam otak serta area lainnya dalam tubuh. Teknik ini memanfaatkan perbedaan susceptibilitas magnetik antara berbagai komponen jaringan otak dan vaskularisasi untuk menghasilkan gambaran yang kontras tinggi. (Boukobza et al., 2023)

Pada penelitian yang dilakukan eva maulidah pada tahun 2023 *sequence SWI/SWAN* ini biasanya digunakan pada klinis *Parkinson* di beberapa Rumah Sakit tertentu. Klinis ini sangat bagus dan cukup akurat untuk di diagnosis kelainan menggunakan modalitas MRI, dengan menggunakan protocol *MRI Brain*.

Berdasarkan teori pemeriksaan *MRI Brain* rutin, beberapa *sequence* standar digunakan untuk menilai secara menyeluruh kondisi otak dan strukturnya, Setiap *sequence* ini dirancang untuk menyoroti aspek tertentu dari jaringan otak, sehingga memungkinkan deteksi dan evaluasi yang lebih baik dari berbagai kondisi dan penyakit. Berikut adalah ringkasan dari *sequence* tersebut. *T1-Weighted Imaging (T1WI)*, *T2-Weighted Imaging (T2WI)*, *Diffusion-Weighted Imaging (DWI)*, *Gradient Echo (GRE)*. (Lu et al., 2005). Berdasarkan observasi di lapangan selama 3 bulan di RS Swasta Jakarta, penulis menjumpai penggunaan *MRI Brain* untuk pemeriksaan neurologi seperti pemeriksaan pada klinis *Parkinson*. Pada umumnya protocol *MRI Brain* rutin di RS Swasta Jakarta menggunakan *sequence Axial DWI, Axial T2 Flair, Axial T1 Flair, Ax T2 Propeller, Sag T1 SE, Cor T2 Fre*. Disisi lain, Dalam pemeriksaan MRI otak untuk kasus klinis Parkinson, terdapat perbedaan *sequence* yang digunakan, penambahan

sequence AX 3D SWAN (Susceptibility-Weighted Angiography) dimana *sequence* ini hanya digunakan pada klinis *parkinson*, hal ini berbeda dengan teori maupun protokol rutin yang biasa digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Peran *Sequence 3d Axial Swan* Pada MRI Brain Kasus *Parkinson*.

METODE

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan desain studi kasus. Penelitian dilakukan di sebuah rumah sakit di Jakarta pada periode Juni hingga Agustus 2024. Subjek penelitian melibatkan tiga radiografer, dua dokter spesialis radiologi, dan tiga pasien yang didiagnosis Parkinson dan menjalani pemeriksaan MRI otak dengan *sequence 3D Axial SWAN*. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara mendalam dengan radiografer dan dokter spesialis radiologi yang terlibat dalam proses pemeriksaan, serta wawancara dengan pasien. Instrumen penelitian meliputi pedoman observasi, pedoman wawancara, dan dokumentasi. Data yang terkumpul diolah dan dianalisis dengan pendekatan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Etika penelitian juga diperhatikan, termasuk mendapatkan informed consent dari setiap subjek penelitian serta menjaga anonimitas dan kerahasiaan data pasien. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman komprehensif mengenai peran *sequence 3D Axial SWAN* dalam diagnosis klinis Parkinson, serta evaluasi praktik penggunaan MRI dalam mendeteksi kelainan mikrostruktural pada otak pasien.

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *sequence 3D Axial SWAN* pada pemeriksaan MRI otak kasus klinis *Parkinson* memberikan visualisasi yang lebih detail dibandingkan dengan *sequence MRI* konvensional. *Sequence* ini mampu mendeteksi perubahan mikrostruktural di otak, seperti adanya kelainan vaskular kecil dan penumpukan zat besi, yang tidak terdeteksi oleh metode pencitraan lain. Radiografer dan dokter radiologi yang terlibat dalam penelitian ini menyatakan bahwa penambahan *sequence SWAN* meningkatkan akurasi diagnostik, terutama dalam mengidentifikasi kerusakan jaringan otak pada pasien Parkinson. Selain itu, pasien yang menjalani pemeriksaan juga mengalami peningkatan diagnosis yang lebih tepat waktu, memungkinkan penanganan yang lebih efektif. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, penggunaan *sequence 3D Axial SWAN* memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas gambar dan memperdalam pemahaman terhadap patofisiologi penyakit Parkinson, sehingga membantu para profesional medis dalam mengambil keputusan yang lebih baik terkait terapi dan manajemen pasien.

Untuk memberikan deskripsi tentang penatalaksanaan pemeriksaan MRI Brain 3D Axial SWAN sentral Glabella pada MRI 1,5 tesla di RS Swasta Jakarta, berikut penulis sertakan identitas pasien:

Tabel 1. Identitas Pasien

Daftar Identitas Pasien	Pasien 1	Pasien 2	Pasien 3
Nama	Tn. GHP	Ny. LY	TN. AW
Umur	54 Th	45 Th	54 Th
Jenis Kelamin	Laki-Laki	Perempuan	Laki-Lak
RM	021122xx		022586xx 023028xx
Klinis	Parkinson		Parkinson

Penggunaan *sequence* yang dilakukan di instalasi Radiologi RS Swasta Jakarta yakni : *Lokalizier, Axial DWI, Axial T2 Flair, Axial T1 Flair, Axial T2 Propeller, Sagital T1 SE, Coronal T2 Fre, 3D Axial SWAN* .Dalam pengambilan gambaran pada penelitian ini, penulis

hanya berfokus pada *sequence 3D Axial SWAN axial* untuk mendiagnosa ke klinis yaitu *Parkinson*. Penulis pengambilan gambar tiga dimensi dengan irisan *axial*, sehingga memberikan detail yang lebih baik mengenai struktur anatomi dan pembuluh darah. SWAN bekerja dengan meningkatkan kontras antara jaringan yang memiliki perbedaan kecil dalam kerentanan magnetik, seperti deposit zat besi, perdarahan mikro, atau perubahan vaskular. Setelah itu penulis mengambil data menggunakan wawancara kusioner. Data primer yang didapatkan penulis dari periode bulan Juni-Agustus 2024 yaitu 3 Radiografer dan 2 Radiolog data primer pasien.

Pasien di atas datang ke Instalasi Radiologi dengan membawa surat permintaan pemeriksaan MRI Brain kemudian dilakukan anamnesa meliputi keluhan pasien, riwayat penyakit pasien, menanyakan hasil penunjang yang pernah dilakukan, dan mengarahkan pasien untuk menimbang berat badan pasien. adapun prosedur pemeriksaan MRI Brain di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Swasta Jakarta Persiapan pasien: Pada pemeriksaan MRI Brain di Rumah Sakit Swasta Jakarta tidak melakukan persiapan khusus kecuali apabila dengan kontras. Kemudian pasien mengisi formulir edukasi pemeriksaan MRI yang disediakan dengan penjelasan dari petugas MRI yaitu radiografer. Radiografer melakukan screening terhadap pasien dengan daftar pertanyaan yang sudah dipersiapkan sebelumnya. Pasien kemudian dipersilahkan untuk mengganti pakaian dengan menggunakan baju pasien jika terdapat benda yang mengandung feromagnetik pada pakaian pasien. Setelah semuanya aman dari bahan feromagnetik, kemudian pasien masuk ke dalam ruang MRI dan dijelaskan kembali tentang prosedur pemeriksaan dan kegunaan aksesoris MRI seperti penggunaan tombol emergency ketika pasien membutuhkan bantuan ataupun pertolongan dari petugas. Kemudian pasien di instruksikan untuk tidur terlentang (Supine) diatas meja pemeriksaan dengan posisi head first, dengan kedua tangan berada disamping tubuh. MSP tubuh berada pada pertengahan meja. Pasien diposisikan sehingga arah sinar yang tegak lurus pada midline dan arah sinar yang horizontal melewati nasal. Sebelum pemeriksaan dilakukan pasien diberi penjelasan kembali tentang proses pemeriksaan yang akan dilakukan.

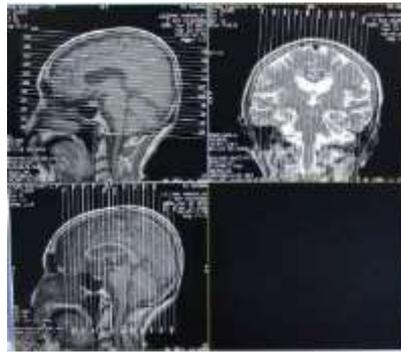
Pemeriksaan MRI Brain ini dilakukan menggunakan Coil kepala. Pasien dibuat nyaman mungkin dan diberikan earphone ditelinga pasien untuk mengurangi kebisingan alat MRI saat dilakukan pemeriksaan dan tombol emergency yang diletakkan pada tangan pasien dan ditekan saat pasien membutuhkan pertolongan atau keadaan darurat akibat rasa tidak nyaman yang tidak tertahankan. Setelah pasien diatur dalam isosenter dan pintu ruangan MRI ditutup, data pasien dimasukkan dengan cara, Klik new patient registration pasien pada monitor lalu masukkan data pasien seperti Nama pasien, ID, Berat badan dan tinggi badan pasien, Jenis Kelamin, Tanggal lahir dan Patient Comment yang diisikan diagnosa klinis pasien serta jenis pemeriksaan yang akan dilakukan, setelah semua terisi klik "exam".

Setelah data sudah terisi lengkap, dilanjutkan dengan memilih *sequence* yang akan di gunakan yakni pada folder "brain rutin" dengan tambahan *sequence 3D Axial SWAN Sequence* yang digunakan pada pemeriksaan Brain di Instalasi Radiologi RS Swasta Jakarta yaitu Plane Localizer Axial, Sagittal, Coronal, pertama menggunakan *sequence DWI b value 1000* potongan axial, T2 Flair potongan axial, T1 Flair potongan axial, T2 Propller potongan axial, T1 Flair potongan sagittal, T2 Propller potongan coronal dan yang terakhir tambahan *sequence 3D Axial Swan*, *sequence* ini menjadi tambahan untuk klinis *Parkinson*.

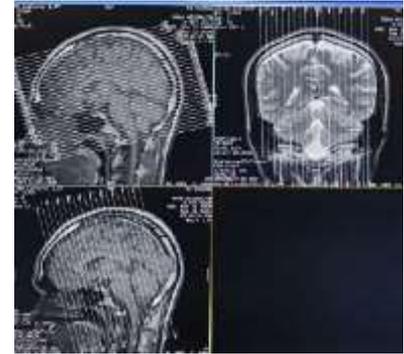
Hasil citra yang diperoleh sesuai dengan scanning yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar A



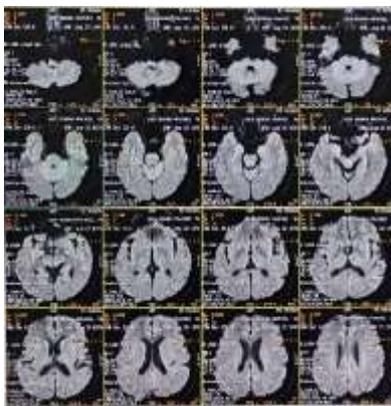
Gambar B



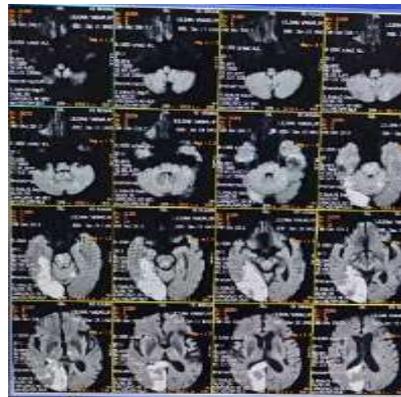
Gambar C

Gambar 1. Localizer

Keterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. GHP) Gambar B : Pasien 2 (Ny. LY) Gambar C : Pasien 3 (Tn. AW)



Gambar A



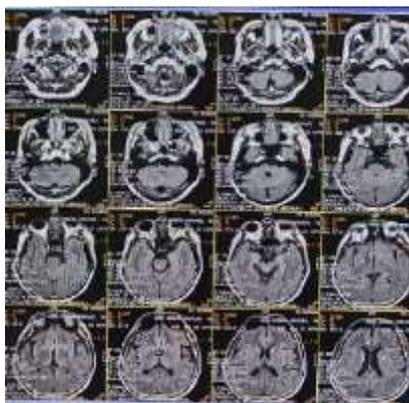
Gambar B



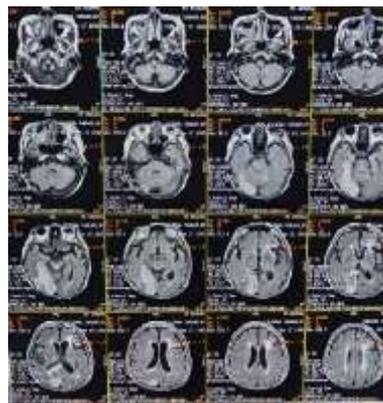
Gambar C

Gambar 2. DWI b 1000 Axial

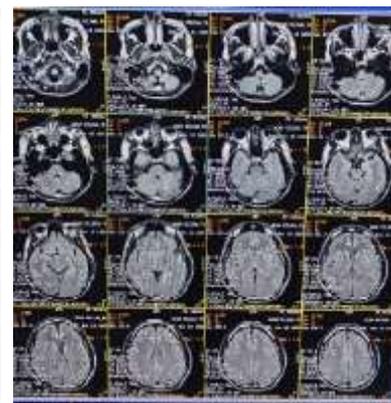
Keterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. GHP) Gambar B : Pasien 2 (Ny. LY) Gambar C : Pasien 3 (Tn. AW)



Gambar A

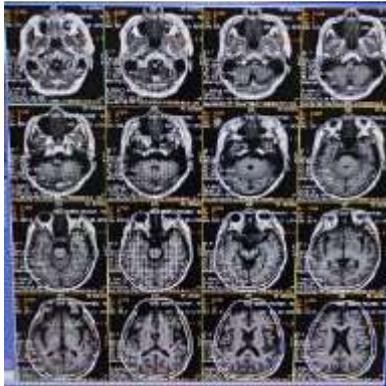


Gambar B

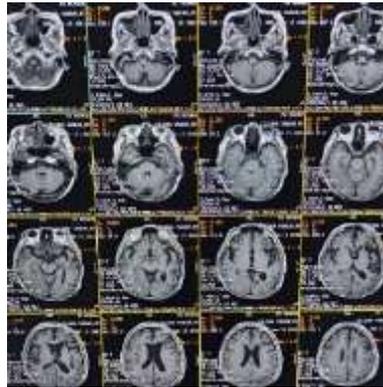


Gambar C

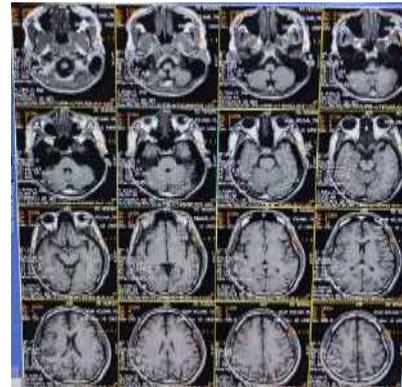
Keterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. GHP) Gambar B : Pasien 2 (Ny. LY) Gambar C : Pasien 3 (Tn. AW)



Gambar A



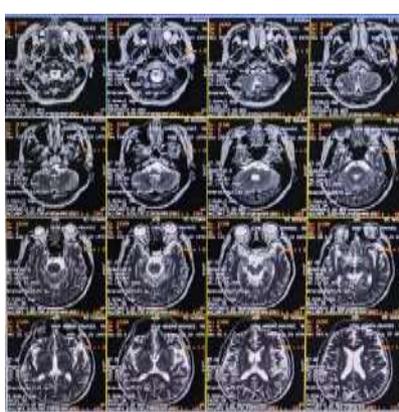
Gambar B



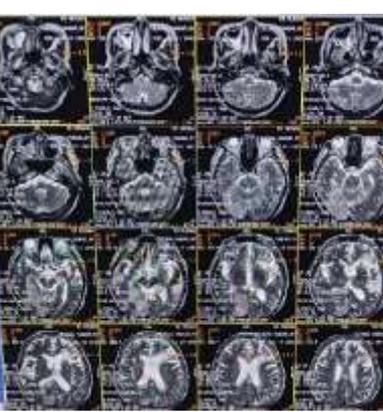
Gambar C

Gambar 4. T1 Flair Axial

Keterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. GHP) Gambar B : Pasien 2 (Ny. LY) Gambar C



Gambar A

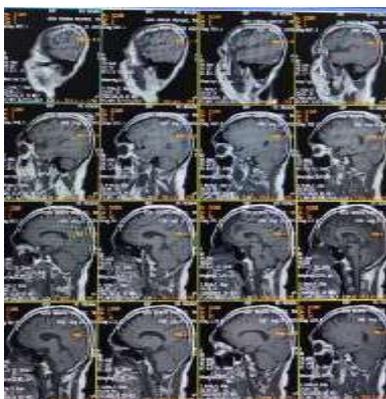


Gambar B



Gambar C

AxiKeterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. GHP) Gambar B : Pasien 2 (Ny. LY) Gambar C : Pasien 3 (Tn. AW)



Gambar A

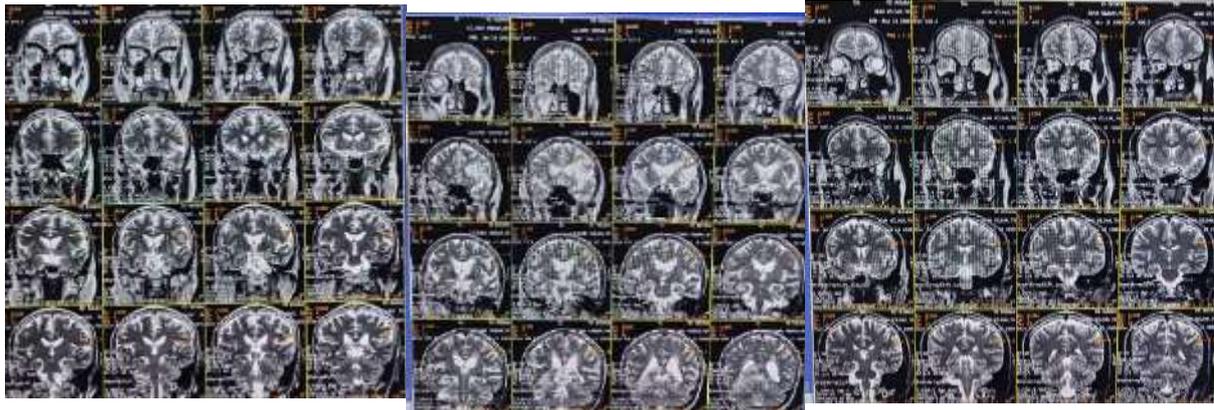


Gambar B



Gambar C

Keterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. GHP) Gambar B : Pasien 2 (Ny. LY) Gambar C : Pasien 3 (Tn. AW)



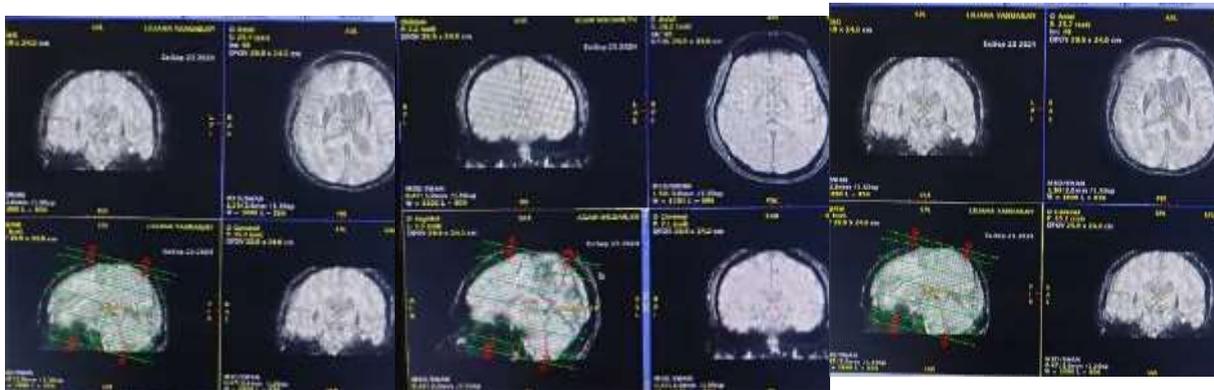
Gambar A

Gambar B

Gambar C

Gambar 7. T2 Plopler

Keterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. GHP) Gambar B : Pasien 2 (Ny. LY) Gambar C : Pasien 3 (Tn. AW)

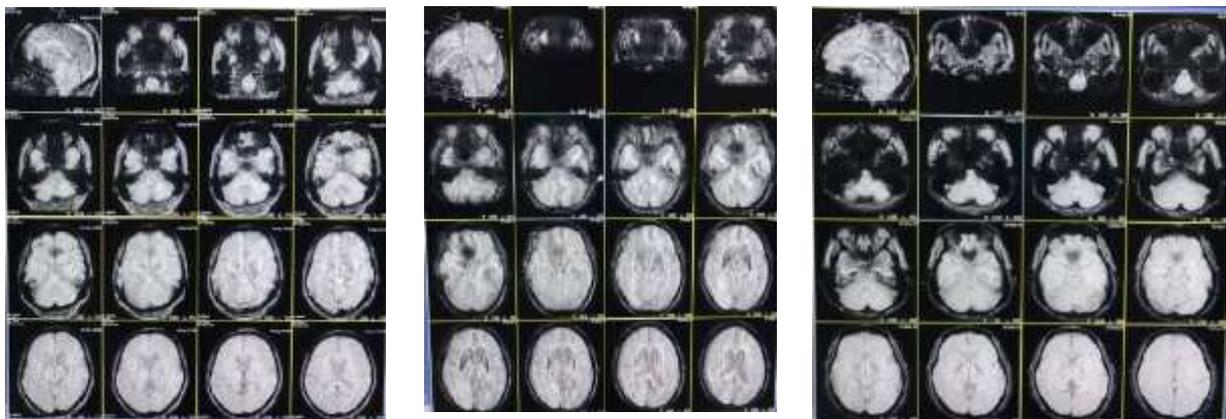


Gambar A

Gambar B

Gambar C

Keterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. GHP) Gambar B : Pasien 2 (Ny. LY) Gambar C : Pasien 3 (Tn. AW)



Gambar A

Gambar B

Gambar C

Keterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. GHP) Gambar B : Pasien 2 (Ny. LY) Gambar C : Pasien 3 (Tn. AW)

PEMBAHASAN

Penyakit Parkinson, sebagai gangguan neurodegeneratif yang progresif, mempengaruhi motorik dan fungsi otak secara keseluruhan. Dalam diagnosis penyakit ini, penggunaan MRI menjadi sangat penting karena dapat membedakan Parkinson dari gangguan neurologis lainnya yang memiliki gejala serupa.

Teknik pencitraan 3D Axial SWAN (Susceptibility Weighted Angiography) merupakan inovasi dalam MRI yang memungkinkan visualisasi struktur mikrovaskular otak secara lebih mendetail. Sequence ini memanfaatkan perbedaan susceptibilitas magnetik jaringan, yang membuatnya sangat berguna untuk mengidentifikasi perubahan halus dalam otak, seperti penumpukan zat besi dan mikroperdarahan. Pada pasien Parkinson, penumpukan zat besi di area substantia nigra otak merupakan salah satu indikator utama, sehingga penggunaan SWAN menjadi penting untuk mendeteksi perubahan ini. (Hodel et al., 2012)

Secara klinis, Sequence SWAN memberikan keuntungan signifikan dalam mendiagnosis Parkinson karena mampu mendeteksi anomali yang mungkin tidak terlihat pada sequence MRI konvensional seperti T1 atau T2. Hal ini memungkinkan deteksi dini dan diagnosis yang lebih tepat, yang pada gilirannya memungkinkan perencanaan terapi yang lebih akurat dan personal untuk pasien. Penggunaan sequence ini juga bermanfaat dalam mengurangi risiko kesalahan diagnosis, terutama pada tahap awal penyakit di mana gejala motorik belum terlalu terlihat.

Penambahan sequence SWAN pada protokol pemeriksaan MRI Brain diharapkan dapat memberikan informasi diagnostik yang lebih kaya, membantu dalam mendiagnosis Parkinson lebih cepat, dan meningkatkan efektivitas pengelolaan penyakit melalui pemantauan perubahan mikrostruktur otak yang terjadi akibat progresi penyakit.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa Sequence 3D Axial SWAN pada pemeriksaan MRI Brain memberikan kontribusi penting dalam diagnosis klinis penyakit Parkinson. Sequence SWAN memungkinkan visualisasi struktur mikrovaskular otak dengan lebih rinci, khususnya dalam mendeteksi perubahan seperti penumpukan zat besi dan mikroperdarahan di area substantia nigra, yang menjadi indikator utama pada pasien Parkinson. Penggunaan SWAN meningkatkan akurasi diagnosis dibandingkan dengan sequence MRI konvensional, seperti T1 dan T2 dan tambahan sequence 3D Axial SWAN terutama dalam mendeteksi anomali yang tidak tampak pada sequence lainnya.

Dengan demikian, Sequence 3D Axial SWAN dapat membantu dalam diagnosis dini dan lebih tepat pada kasus Parkinson, yang memungkinkan perencanaan terapi yang lebih efektif dan personalisasi pengobatan untuk pasien.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk terus mengembangkan kemampuan diri dalam menulis artikel ilmiah. Terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan terlibat dalam penyelesaian artikel ini

DAFTAR PUSTAKA

- Boukobza, M., Guinebert, S., & Laissy, J.-P. (2023). Comparison Of Susceptibility- Weighted Angiography (Swan) And T2 Gradient-Echo Sequences For The Detection Of Acute Cerebral Venous Thrombosis. *The Neuroradiology Journal*, 36(2), 148–157.

- Haacke, E. M., Xu, Y., Cheng, Y. N., & Reichenbach, J. R. (2004). Susceptibility Weighted Imaging (Swi). *Magnetic Resonance In Medicine: An Official Journal Of The International Society For Magnetic Resonance In Medicine*, 52(3), 612–618.
- Handbook Of Mri Technique*. (N.D.).
- Hikmah, E. M., & Juliantara, I. P. E. (2023). Peranan Sequence Swi (Susceptibility Weighted Imaging) Pada Pemeriksaan Mri Brain Klinis Parkinson. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran (Jurriike)*, 2(2), 1–11.
- Hodel, J., Rodallec, M., Gerber, S., Blanc, R., Maraval, A., Caron, S., Tyvaert, L., Zuber, M., & Zins, M. (2012). Susceptibility Weighted Magnetic Resonance Sequences" Swan, Swi And Venobold": Technical Aspects And Clinical Applications. *Journal Of Neuroradiology= Journal De Neuroradiologie*, 39(2), 71–86.
- Lu, H., Nagae-Poetscher, L. M., Golay, X., Lin, D., Pomper, M., & Van Zijl, P. C. M. (2005). Routine Clinical Brain Mri Sequences For Use At 3.0 Tesla. *Journal Of Magnetic Resonance Imaging: An Official Journal Of The International Society For Magnetic Resonance In Medicine*, 22(1), 13–22.
- Meijer, F. J. A., Goraj, B., Bloem, B. R., & Esselink, R. A. J. (2017). Clinical Application Of Brain Mri In The Diagnostic Work-Up Of Parkinsonism. *Journal Of Parkinson's Disease*, 7(2), 211–217.
- Nugraha, R., Nurhalim, L. I., Ramli, R. W., & Erawan, T. (2023). Potensi Permainan Tradisional Dende (Engklek) Dalam Mengurangi Resiko Jatuh Saat Berjalan Pada Penderita Parkinson Disease. *Jurnal Penelitian Kesehatan" Suara Forikes"(Journal Of Health Research" Forikes Voice")*, 14(3), 522–525.
- Zein, I. S., & Khairunnisa, K. (2023). Parkinson Disease. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran (Jurriike)*, 2(2), 50–63.