

**PERBEDAAN INFORMASI DIAGNOSTIK
PADA PEMERIKSAAN MRI *BRAIN* KLINIS
PENYAKIT PARKINSON DENGAN VARIASI
SLICE THICKNESS SEKUEN SWI POTONGAN *AXIAL***

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan
Program Sarjana Terapan



Diajukan Oleh:

Allyvia Nur Hardiyanti
NIM: P1337430220172

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI RADIOLOGI PENCITRAAN
PROGRAM SARJANA TERAPAN
JURUSAN TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN
RADIOTERAPI
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES SEMARANG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Telah diperiksa dan disetujui untuk diseminarkan sebagai Skripsi pada Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Program Sarjana Terapan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang.

Nama : Allyvia Nur Hardiyanti

NIM : P1337430220172

Judul Skripsi : Perbandingan Informasi Diagnostik pada Pemeriksaan MRI *Brain* Klinis Penyakit Parkinson dengan Variasi *Slice thickness* Sekuen SWI Potongan *Axial*.

Semarang,
Pembimbing I



Yeti Kartikasari, ST, M. Kes
NIP. 197105081993031001

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Telah diperiksa dan disetujui untuk diseminarkan sebagai skripsi pada Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Program Sarjana Terapan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang.

Nama : Allyvia Nur Hardiyanti

NIM : P1337430220172

Judul Skripsi : Perbandingan Informasi Diagnostik Pada Pemeriksaan MRI Brain Klinis Penyakit Parkinson Dengan Variasi Slice Thickness Sekuen SWI Potongan Axial

Semarang, 05-06-2024

Pembimbing II



Signed at:
2024-06-05 10:57:05

Dwi Rochmayanti, S.ST., M.Eng.
197703212006042001



HALAMAN PENGESAHAN

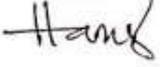
Judul SKRIPSI : PERBEDAAN INFORMASI DIAGNOSTIK PADA PEMERIKSAAN MRI *BRAIN* KLINIS PENYAKIT PARKINSON DENGAN VARIASI *SLICE THICKNESS* SEKUEN SWI POTONGAN *AXIAL*

Nama : ALLYVIA NUR HARDIYANTI

NIM : P1337430220172

Telah diperiksa di depan dewan penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal 12 Juni 2024.

DEWAN PENGUJI

1. Ketua : Edy Susanto, SH, S.Si, M.Kes ()
2. Anggota I : Akhmad Haris S. SST, M.Kes ()
3. Anggota II : Yeti Kartikasari ST, M.Kes ()

Mengetahui,

Ketua Jurusan



Ketua Program Studi
Teknologi Radiologi Pencitraan
Program Sarjana Terapan



Dwi Rochmayanti, S.ST, M.Eng
NIP. 197703212006042001

HALAMAN PENGESAHAN

Judul SKRIPSI : PERBEDAAN INFORMASI DIAGNOSTIK PADA
PEMERIKSAAN MRI *BRAIN* KLINIS PENYAKIT
PARKINSON DENGAN VARIASI *SLICE THICKNESS*
SEKUEN SWI POTONGAN *AXIAL*

Nama : ALLYVIA NUR HARDIYANTI

NIM : P1337430220172

Telah dilakukan Seminar Skripsi dan diperbaiki sesuai dengan saran-saran dari Ketua Penguji.

Semarang, Juli 2024
Ketua Penguji



Edy Susanto, SH, S.Si, M.Kes
NIP. 196507061989031002

HALAMAN PENGESAHAN

Judul SKRIPSI : PERBEDAAN INFORMASI DIAGNOSTIK PADA
PEMERIKSAAN MRI *BRAIN* KLINIS PENYAKIT
PARKINSON DENGAN VARIASI *SLICE THICKNESS*
SEKUEN SWI POTONGAN *AXIAL*

Nama : ALLYVIA NUR HARDIYANTI

NIM : P1337430220172

Telah dilakukan Seminar Skripsi dan diperbaiki sesuai dengan saran-saran dari
Anggota Penguji I.

Semarang, Juli 2024
Anggota Penguji I



Akhmad Haris S. SST, M.Kes
NIP. 198904242015031001

HALAMAN PENGESAHAN

Judul SKRIPSI : PERBEDAAN INFORMASI DIAGNOSTIK PADA
PEMERIKSAAN MRI *BRAIN* KLINIS PENYAKIT
PARKINSON DENGAN VARIASI *SLICE THICKNESS*
SEKUEN SWI POTONGAN *AXIAL*

Nama : ALLYVIA NUR HARDIYANTI

NIM : P1337430220172

Telah dilakukan Seminar Skripsi dan diperbaiki sesuai dengan saran-saran dari
Anggota Penguji II.

Semarang, Juli 2024
Anggota Penguji II



Yeti Kartikasari ST, M.Kes
NIP. 197105081993032001

HALAMAN PENGESAHAN

Judul SKRIPSI : PERBEDAAN INFORMASI DIAGNOSTIK PADA
PEMERIKSAAN MRI *BRAIN* KLINIS PENYAKIT
PARKINSON DENGAN VARIASI *SLICE THICKNESS*
SEKUEN SWI POTONGAN *AXIAL*

Nama : ALLYVIA NUR HARDIYANTI

NIM : P1337430220172

Telah dilakukan Seminar Skripsi dan diperbaiki sesuai dengan saran-saran dari Pembimbing I.

Semarang, Juli 2024
Pembimbing I



Yeti Kartikasari ST, M.Kes
NIP. 197105081993032001

HALAMAN PENGESAHAN

Judul SKRIPSI : PERBEDAAN INFORMASI DIAGNOSTIK PADA
PEMERIKSAAN MRI *BRAIN* KLINIS PENYAKIT
PARKINSON DENGAN VARIASI *SLICE THICKNESS*
SEKUEN SWI POTONGAN *AXIAL*

Nama : ALLYVIA NUR HARDIYANTI

NIM : P1337430220172

Telah dilakukan Seminar Skripsi dan diperbaiki sesuai dengan saran-saran dari Pembimbing II.

Semarang, Juli 2024
Pembimbing II



Dwi Rochmayanti, S.ST., M.Kes
NIP. 197703212006042001

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

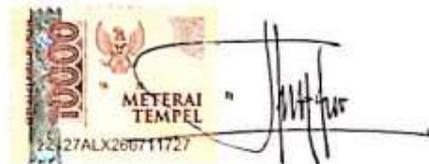
Nama : Allyvia Nur Hardiyanti

NIM : P133740220172

Judul Skripsi : Perbedaan Informasi Diagnostik pada Pemeriksaan MRI
Bram Klinis Penyakit Parkinson dengan Variasi *Slice Thickness* Sekuen SWI Potongan *Axial*.

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah karya asli penulis apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini tidak asli, maka penulis bersedia mendapatkan sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Semarang, 5 Juni 2024
Peneliti



Allyvia Nur Hardiyanti
NIM. P1337430220172

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT karena atas limpah rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan skripsi untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Program Sarjana Terapan dengan judul “Perbedaan Informasi Diagnostik pada Pemeriksaan MRI *Brain* Klinis Penyakit Parkinson dengan Variasi *Slice thickness* Sekuen SWI Potongan *Axial*”

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari tidak dapat menyelesaikannya sendiri dan banyak mendapat bimbingan dan bantuan, serta saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Jeffri Ardiyanto, M.App.Sc., Direktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang.
2. dr. Adin Nulkhasanah, Sp.S., MARS selaku Direktur Utama Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta.
3. Ibu Dr. Fatimah, S. ST., M. Kes., Ketua Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang
4. dr. Khairunniswati, Sp. Rad., selaku Kepala Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta.
5. Ibu Dwi Rochmayanti, S. ST., M. Eng., Ketua Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Program Sarjana Terapan Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang, sekaligus selaku dosen pembimbing II, yang telah banyak memberikan bimbingan, terimakasih atas waktu, ilmu, dan

pengetahuan yang diberikan ketika bimbingan sehingga dapat tersusunnya skripsi ini.

6. Ibu Yeti Kartikasari ST, M. Kes., selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan banyak bimbingan, terimakasih atas waktu, ilmu serta pengetahuan sehingga dapat tersusunnya skripsi ini.
7. Keluarga penulis khususnya untuk bapak Suhardi dan pintu surga penulis ibunda Tri Wahyu Desi Ariyanti. Terimakasih atas segala pengorbanan dan tulus kasih sayang yang telah diberikan, dukungan moral maupun materi. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan bangku perkuliahan, namun mereka senantiasa memberikan yang terbaik untuk penulis. Doa yang selalu dipanjatkan, dukungan dan perhatian yang selalu diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya hingga meraih gelar sarjana. Semoga bapak dan ibu sehat, panjang umur, dan bahagia selalu.
8. Seluruh dosen pengajar dan staff jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang.
9. Seluruh rekan-rekan mahasiswa angkatan 2020 Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Semarang khususnya teman-teman yang senantiasa membantu penulis dalam menulis penelitian ini.
10. Teman-teman yang tersayang Danisya, Irfina, Elsa, Aziel, Alven, Sali, Hera, Mila dan teman-teman penulis lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terimakasih sudah senantiasa menghibur, mendoakan, memberi dukungan, menasehati dan memberi semangat ketika penulis merasa tidak bersemangat pada saat mengerjakan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Dengan demikian, penulis mengharapkan segala bentuk kritik dan saran yang sekiranya dapat membangun dari semua pihak untuk perbaikan dimasa yang akan datang.

Penulisan berharap semoga skripsi ini mampu memberikan manfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat menambah pengetahuan bagi pembaca khususnya dibidang radiologi.

Semarang, 5 Juni 2024



PERBEDAAN INFORMASI DIAGNOSTIK PADA PEMERIKSAAN MRI *BRAIN* KLINIS PENYAKIT PARKINSON DENGAN VARIASI *SLICE THICKNESS* SEKUEN SWI POTONGAN *AXIAL*

Allyvia Nur Hardiyanti⁽¹⁾, Yeti Kartikasari⁽²⁾, Dwi Rochmayanti⁽³⁾
Email : allyvianurh@gmail.com

INTISARI

Suseptibility Weighted Imaging (SWI) menggunakan medan magnet tinggi mempunyai kegunaan khusus untuk menggambarkan keadaan klinis trauma, perdarahan, tumor otak dan penyakit neurodegeneratif seperti penyakit parkinson. Sekuen SWI irisan *axial* pada otak tengah menghasilkan siluet menyerupai “*mickey mouse*” diotak tengah, irisan *sagittal* batang otak dan *mesenchepalon* dapat menampakkan struktur yang menyerupai *swallow tail* akibat atrofi tulang. *Slice thickness* 2 mm menghasilkan pemeriksaan lebih cepat tetapi dengan detail tinggi. *Slice thickness* 0,9 mm memerlukan waktu lebih lama namun detailnya lebih rendah. Pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson pada RS PON jakarta menggunakan sekuen T2 SWI 2 mm dan sekuen tambahan T2 SWI 0,9 mm. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan informasi diagnostik dan mengetahui *slice thickness* yang paling tepat antara sekuen SWI potongan *axial* pada pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson.

Jenis penelitian ini adalah observasional dengan pendekatan *cross sectional*. Penelitian dilakukan di RS PON Jakarta. Hasil citra diperoleh dari pemeriksaan MRI *brain* pada 10 pasien menggunakan sekuen T2 SWI 2 mm dan T2 SWI 0,9 mm. Tiga responden menilai anatomi *substansia nigra*, *nigrosome*, *swallow tail* dan *globus pallidus*. Analisis data dilakukan dengan uji statistik *cohen's kappa* dan uji *non-parametrik wilcoxon*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan informasi diagnostik pada anatomi *substansia nigra*, *nigrosome*, dan *swallow tail* dengan menggunakan sekuen T2 SWI 0,9 mm dan T2 SWI 2 mm dengan p-value 0,001 (p-value<0,05). Hasil uji *mean rank* informasi anatomi *substansia nigra* 3.00, *nigrosome* 3.00, *swallow tail* 3.00, sedangkan pada *globus pallidus* menghasilkan *mean rank* sama yaitu 3.00. *Mean rank* keseluruhan tertinggi didapatkan oleh *slice thickness* 0,9 mm dengan nilai 10.55. Penggunaan *slice thickness* 0,9 mm pada sekuen SWI menghasilkan informasi anatomi terbaik dengan detail yang tinggi namun noise tidak terlalu tinggi.

Kata Kunci: MRI *brain*, *Slice thickness*, SWI, penyakit parkinson

Keterangan :

- (1) Mahasiswa Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Program Sarjana Terapan
- (2),(3) Dosen Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang

**DIFFERENCE OF DIAGNOSTIC INFORMATION
IN CLINICAL *BRAIN* MRI EXAMINATION OF PARKINSON'S DISEASE
WITH VARIATIONS IN *SLICE THICKNESS AXIAL* SWI SEQUENCES**

Allyvia Nur Hardiyanti⁽¹⁾, Yeti Kartikasari⁽²⁾, Dwi Rochmayanti⁽³⁾
Email : allyvianurh@gmail.com

ABSTRACT

Susceptibility Weighted Imaging (SWI) using high magnetic fields has specific applications for depicting clinical conditions such as trauma, hemorrhage, brain tumors, and neurodegenerative diseases like Parkinson's disease. Axial SWI sequences of the midbrain produce a silhouette resembling "Mickey Mouse," while sagittal slices of the brainstem and mesencephalon can reveal structures resembling a swallow tail due to bone atrophy. A slice thickness of 2 mm results in faster imaging with high detail, whereas a slice thickness of 0.9 mm requires more time but offers lower detail. Clinical MRI brain examinations for Parkinson's disease at RS PON Jakarta use a T2 SWI sequence of 2 mm and an additional T2 SWI sequence of 0.9 mm. The purpose of this study is to determine the differences in diagnostic information and to identify the most appropriate slice thickness between axial SWI sequences in clinical MRI brain examinations for Parkinson's disease.

This observational study with a cross-sectional approach was conducted at RS PON Jakarta. MRI brain images were obtained from 10 patients using T2 SWI sequences of 2 mm and 0.9 mm. Three respondents evaluated the anatomy of the substantia nigra, nigrosome, swallow tail, and globus pallidus. Data analysis was performed using Cohen's kappa statistic and the Wilcoxon non-parametric test.

The results of the study indicated significant differences in diagnostic information for the anatomy of the substantia nigra, nigrosome, and swallow tail when using T2 SWI sequences of 0.9 mm and 2 mm, with a p-value of 0.001 (p-value < 0.05). The mean rank for the anatomical information of the substantia nigra, nigrosome, and swallow tail was 3.00, while the globus pallidus also had a mean rank of 3.00. The overall highest mean rank was obtained with the 0.9 mm slice thickness, scoring 10.55. The use of a 0.9 mm slice thickness in SWI sequences provides the best anatomical information with high detail but without excessive noise.

Keywords: MRI *brain*, *Slice thickness*, SWI, *Parkinson Disease*

Information:

- (1) Student of the Imaging Radiologi Technology of the Health Polytechnic of the Health Polytechnic of Ministry of Health Semarang.
- (2),(3) Lecture of the Department of Radiodiagnostic Tehnique dan Radiotherapy of the Health Polythechnic of Semarang.

DAFTAR ISI

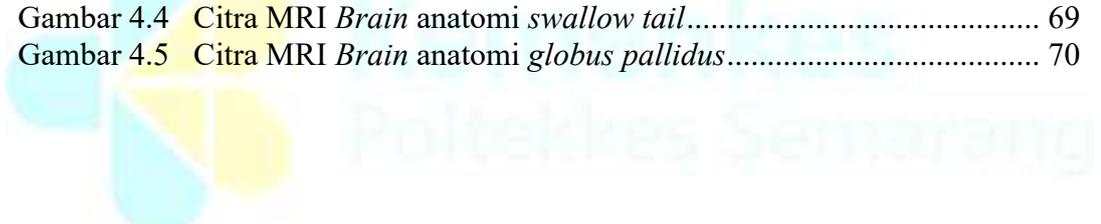
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
HALAMAN PENGESAHAN.....	viii
HALAMAN PENGESAHAN.....	ix
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
INTISARI	xiv
ABSTRACT.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
E. Keaslian Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Anatomi dan Fisiologi Otak.....	9
B. Patologi Penyakit Parkinson	13
C. Prinsip Dasar Magnetic Resonance Imaging (MRI).....	18
D. Kerangka Teori	41
E. Hipotesis	42
BAB III METODE PENELITIAN	45
A. Jenis dan Desain Penelitian.....	45
B. Kerangka Konsep.....	46
C. Variabel Penelitian.....	46
D. Definisi Operasional	47
E. Waktu dan lokasi penelitian.....	48
F. Populasi dan Sampel	48
G. Instrumen Penelitian	50
H. Metode Pengumpulan Data.....	50
I. Etika penelitian	51
J. Langkah-Langkah Penelitian	52
K. Metode Analisis Data.....	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	61
A. Hasil Penelitian.....	61
B. Pembahasan	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
A. Kesimpulan	79
B. Saran	79

DAFTAR PUSATAKA	81
Lampiran-Lampiran.....	84



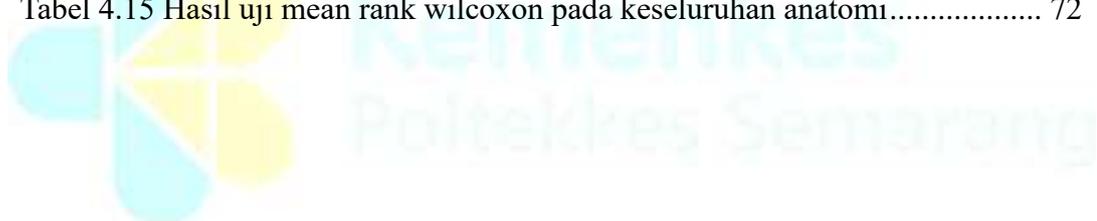
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Anatomi otak besar dan otak kecil	10
Gambar 2.2	Anatomi batang otak superior	10
Gambar 2.3	Anatomi sistem saraf	11
Gambar 2.4	Anatomi <i>midbrain</i>	13
Gambar 2.5	Citra MRI <i>brain</i> pada potongan <i>axial</i>	13
Gambar 2.6	Basic Spin Echo	22
Gambar 2.7	Echo Train pada sekuen FSE	23
Gambar 2.8	Inversion Recovery Sequence	23
Gambar 2.9	The Coherent Gradient-Echo Sequence	24
Gambar 2.10	Rekonstruksi <i>axial</i> MRI <i>brain</i> sekuen SWI berbobot T2	26
Gambar 2.11	Sekuen SWI dengan potongan 0,9 mm (A).....	30
Gambar 2.12	Kerangka Keori	41
Gambar 3.1	Desain Penelitian.....	45
Gambar 3.2	Kerangka Konsep	46
Gambar 3.3	Anatomi MRI <i>brain</i> parkinson <i>axial</i>	57
Gambar 4.1	Anatomi citra yang dinilai oleh responden (tanda panah).....	66
Gambar 4.2	Citra MRI <i>Brain</i> anatomi <i>substansia nigra</i>	67
Gambar 4.3	Citra MRI <i>Brain</i> anatomi <i>nigrosome</i> (tanda panah).....	68
Gambar 4.4	Citra MRI <i>Brain</i> anatomi <i>swallow tail</i>	69
Gambar 4.5	Citra MRI <i>Brain</i> anatomi <i>globus pallidus</i>	70



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Tabel keaslian penelitian	8
Tabel 2.1	Parameter sekuen SWI	32
Tabel 3.1	Definisi Operasional.....	47
Tabel 3.2	Parameter SWI RS PON	55
Tabel 3.3	Tabulasi data.....	58
Tabel 4.1	Deskripsi karakteristik sampel berdasarkan jenis kelamin	61
Tabel 4.2	Deskripsi sampel berdasarkan jenis kelamin	61
Tabel 4.3	Tabel karakteristik responden.....	62
Tabel 4.4	Parameter sekuen	63
Tabel 4.5	Hasil penilain informasi diagnostik anatomi secara keseluruhan.	64
Tabel 4.6	Hasil uji kappa antar responden	65
Tabel 4.7	Data rekapitulasi informasi anatomi Responden.....	66
Tabel 4.8	Hasil uji wilcoxon pada <i>substansia nigra</i>	67
Tabel 4.9	Hasil uji wilcoxon pada <i>nigrosome</i>	68
Tabel 4.10	Hasil uji wilcoxon pada <i>swallow tail</i>	69
Tabel 4.11	Hasil uji wilcoxon pada <i>globus pallidus</i>	70
Tabel 4.12	Hasil uji wilcoxon anatomi secara keseluruhan	71
Tabel 4.13	Rekapitulasi uji wilcoxon.....	71
Tabel 4.14	Hasil mean rank uji wilcoxon pada informasi diagnostik.....	72
Tabel 4.15	Hasil uji mean rank wilcoxon pada keseluruhan anatomi.....	72



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat Izin Penelitian
- Lampiran 2 Ethical Clearance
- Lampiran 3 Surat Validasi Data Kuesioner
- Lampiran 4 Instrumen Penelitian
- Lampiran 5 Data Mentah dan Hasil Pengolahan Data
- Lampiran 6 Surat Persetujuan Responden dan Penilaian Responden
- Lampiran 7 Surat Telah Melakukan Pengambilan Data
- Lampiran 8 Surat Persetujuan Menjadi Sampel Penelitian
- Lampiran 9 MRI Brain Klinis Penyakit Parkinson
- Lampiran 10 Bebas Plagiarism



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penyakit parkinson merupakan penyakit neurodegeneratif yang memengaruhi sistem saraf pusat biasanya menghasilkan efek, mulai dari kerusakan ireversibel hingga penghancuran sel-sel saraf (Djiu dan Rahman, 2019). Sebagian besar tanda patologis dari penyakit ini ditemukan kerusakan dibagian batang otak, terutama pada *mesencephalon*, serta rusaknya *neuron* dopamin yang menyebabkan kelebihan zat besi pada *substansia nigra* yang merupakan bagian dari *ganglia basalis* (Nugraha R., 2023). Perubahan fungsinya dapat menyebabkan gangguan keseimbangan dopamin di otak dan dapat menyebabkan kerusakan motorik atau kognitif (Lou dkk, 2014). Terdapat dua jenis penyakit parkinson, yaitu *parkinsonisme sekunder* yang memiliki kelainan mirip dengan penyakit parkinson tetapi memiliki etiologi yang berbeda dan *parkinsonisme atipikal* yang merupakan kelainan neurodegeneratif akan tetapi klinis, patologi, pengobatan yang berbeda. Pasien yang terkena penyakit parkinson ditandai dengan gejala *akinesia*, kekakuan, tremor, dan ketidakstabilan postural (Schwarz, dkk 2014).

Menurut *World Health Organization* (WHO) perkembangan penyakit parkinson di dunia meningkat sebesar 81% sejak tahun 2000 hingga menyebabkan 329.000 kematian. Pada tahun 2019 lebih dari 8,5 juta orang menderita penyakit parkinson yang mengakibatkan 5,8 juta orang mengalami kecacatan setelah didiagnosa penyakit parkinson. Populasi sebanyak 3-5% dari

penyakit parkinson disebabkan oleh genetik pemilik riwayat penyakit parkinson (Bloem dkk., 2021). Menurut Jaffee, (2022) salah satu petinju dunia yang bernama Muhammad Ali dinyatakan menderita penyakit parkinson karena pukulan yang berulang dikepala. Ali mengalami benturan pada bagian belakang kepala khususnya daerah yang menghasilkan hormon dopamin. Ali mengalami gejala penyakit parkinson yang umumnya terjadi pada pasien yang terkena penyakit parkinson. Gejala tersebut diantaranya postur tubuh membungkuk, langkah terseok-seok, ketidakstabilan postur dan *bradikinesia*. Untuk mendeteksi adanya penyakit parkinson dapat menggunakan *Positron Emission Tomography* (PET) dan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) (Aludin dan Schmill, 2021).

MRI merupakan alat diagnostik yang dapat memeriksa dan mendeteksi tubuh menggunakan medan magnet dan gelombang radiofrekuensi tanpa menggunakan radiasi sinar-X (Jatmiko, 2021). Terdapat macam-macam pemeriksaan MRI salah satunya MRI *brain*. Pemeriksaan MRI *brain* memungkinkan dapat menjadi “*gold standard*” berdasarkan pemeriksaan otak sebelum dilakukan pengobatan, serta dapat membedakan penyakit neurodegeneratif diantara penyakit yang mirip dengan parkinson (Meijer dkk., 2017). MRI juga dapat menggambarkan patologi penyakit parkinson yang optimal khususnya dalam memvisualisasikan *substansia nigra*, medan magnet yang digunakan adalah medan magnet yang memiliki kekuatan tinggi dan peka terhadap zat besi, serta memiliki resolusi yang tinggi yaitu dengan

menggunakan sekuen *Susceptibility Weighted Imaging* (SWI) berbobot T2 (Schwarz, dkk 2014).

Susceptibility Weighted Imaging (SWI) adalah salah satu teknik MRI yang baru-baru ini dikembangkan agar lebih baik dalam mendiagnosis dari banyak gangguan neurologis. Teknologi ini menggunakan kerentanan magnetik dari berbagai senyawa termasuk darah, sumber kontras baru pada MR, kalsium dan zat besi. SWI didasarkan pada rangkaian *gradient-echo* 3D dengan resolusi tinggi menggunakan gambaran magnitudo secara terpisah atau dikombinasikan satu sama lain untuk mengkararakteristik jaringan otak. SWI menggunakan medan magnet tinggi mempunyai kegunaan khusus untuk menggambarkan keadaan klinis trauma, stroke, perdarahan, kalsifikasi intrakranial, tumor otak dan penyakit neurodegeneratif seperti penyakit parkinson (Ahmed dan David, 2018). Sekuen SWI dengan irisan *axial* pada otak tengah dapat menghasilkan siluet menyerupai “*mickey mouse*” di otak tengah, untuk irisan *sagittal* pada batang otak dan *mesencephalon* memungkinkan untuk mendeteksi struktur yang menyerupai *swallow tail* akibat atrofi tulang (Aludin dan Schmill, 2021). SWI menggunakan pembobotan T2 yang menggunakan TE yang panjang, penggunaan TE panjang memiliki keunggulan dapat membedakan jaringan normal dengan abnormal dengan baik, karena sinyal yang berasal dari area patologi cenderung lebih tinggi dibandingkan area yang normal (westbrook, 2019). Hasil dari penggunaan sekuen SWI pada klinis penyakit parkinson dapat dipengaruhi dari *slice thickness* yang digunakan.

Slice thickness yang tipis menyebabkan detail semakin meningkat akan tetapi menghasilkan SNR menjadi rendah (Shokrollahi dkk., 2017). *Slice thickness* yang tipis dan matriks yang tinggi dapat digunakan untuk mendapatkan resolusi spasial yang diinginkan tanpa memperpanjang waktu scanning, namun berpengaruh pada besar FoV kemudian akan membutuhkan waktu akuisisi data yang lebih lama (Sons, 2014). Ketebalan *Slice thickness* juga menentukan voxel dimensi. *Slice thickness* yang lebih tipis dapat mengurangi efek volume parsial, dimana satu voxel hanya mencakup beberapa jenis jaringan (Maulidiana, 2023). *Slice thickness* yang tebal akan memasukkan lebih banyak jenis jaringan kedalam irisan sehingga gambar yang dihasilkan akan lebih buram (Ibrahim, 2022).

Menurut Gao dkk., (2015) untuk pemeriksaan MRI *brain* dengan klinis penyakit parkinson menggunakan sekuen SWI potongan *axial* untuk klinis penyakit parkinson dengan *slice thickness* 2 mm potongan *axial* dapat menghasilkan sinyal tinggi di *substantia nigra* dan lebarnya efektif untuk mengidentifikasi penyakit parkinson. *slice thickness* yang lebih tebal akan menyebabkan resolusi spasial menurun dan detail akan lebih halus (Bradley dan Glenn, 2014). Menurut Maulidiana, (2023) menggunakan *slice thickness* 0,9 mm sekuen SWI potongan *axial* dapat memperlihatkan kelainan anatomi klinis penyakit parkinson, sekaligus untuk memperlihatkan saraf (sistem neurologis) lebih jelas dan SNR yang dihasilkan akan lebih tinggi sehingga menyebabkan detail akan lebih baik. Semakin tipis penggunaan *slice thickness* dapat menyebabkan *scan time* bertambah lama. *Scan time* yang lama untuk pasien

penyakit neurodegeneratif seperti penyakit parkinson cenderung lebih mudah untuk terkena *motion artefact* karena pasien yang sulit untuk tetap diam selama pemeriksaan berlangsung.

Berdasarkan studi pendahuluan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta pemeriksaan MRI *Brain* klinis penyakit parkinson dilakukan dengan sekuen *Diffusion Weighted Imaging* (DWI) *transversal*, T2 *Turbo Inversion Recovery Magnitude* (TIRM), *Fluid Attenuated Inversion Recovery* (FLAIR) *transversal*, T2 *Turbo Spin Echo* (TSE) *axial*, T2 *Turbo Spin Echo* (TSE) *coronal*, T1 *Magnetization Prepared Rapid Gradient Echo* (MPRAGE), *Arterial Spin Labeling* (ASL), dan T2 *susceptibility weighted imaging* (SWI) 2 mm *axial*. Pada klinis penyakit parkinson menggunakan protokol sekuen *brain* rutin di RS PON, dan adanya tambahan sekuen untuk klinis penyakit parkinson yaitu T2 SWI potongan *axial* dengan *slice thickness* 0,9 mm.

Parameter MRI dengan klinis penyakit parkinson menurut Gao dkk., (2015) menggunakan sekuen SWI dengan *slice thickness* 2 mm. Menurut Maulidiana, (2023) parameter pemeriksaan MRI dengan klinis penyakit parkinson menggunakan *slice thickness* 0,9 mm. Sedangkan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono menggunakan sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm yang bertujuan untuk melihat anatomi yang lebih jelas dan detail pada *substansia nigra* dan *nigrosome*. Pada sekuen SWI potongan *axial slice thickness* 2 mm sudah dapat menegakkan diagnosis penyakit parkinson, dengan penambahan

sekuen SWI *slice thickness* 0,9 mm mempunyai tujuan supaya potongan lebih tipis dan patologi bisa terlihat dengan jelas akan tetapi dapat menyebabkan waktu pemeriksaan semakin lama.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, pemilihan *slice thickness* yang tepat dapat menghasilkan hasil citra anatomi yang optimal pada pemeriksaan MRI *brain* yang dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta. Pentingnya topik tersebut diangkat menjadi sebuah penelitian dengan mengidentifikasi penggunaan *slice thickness* yang tepat dan mengangkat nya dalam skripsi yang berjudul **“PERBEDAAN INFORMASI DIAGNOSTIK PEMERIKSAAN MRI BRAIN KLINIS PENYAKIT PARKINSON DENGAN VARIASI SLICE THICKNESS SEKUEN SWI POTONGAN AXIAL”**

B. Rumusan Masalah

1. Apakah ada perbedaan informasi diagnostik MRI *brain* klinis penyakit parkinson dengan variasi *slice thickness* sekuen SWI potongan *axial*?
2. Berapakah variasi *slice thickness* yang paling tepat untuk menampakkan informasi diagnostik citra MRI *brain* klinis penyakit parkinson dengan variasi *slice thickness* sekuen SWI potongan *axial*?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui apakah ada perbedaan informasi diagnostik MRI *brain* klinis penyakit parkinson dengan variasi *slice thickness* sekuen SWI potongan *axial*.
2. Untuk mengetahui *slice thickness* yang paling tepat dalam menampakkan

informasi diagnostik MRI *brain* klinis penyakit parkinson dengan variasi *slice thickness* sekuen SWI potongan *axial*.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Diharapkan dengan dilaksanakannya penelitian ini akan memberikan pengetahuan yang lebih mengenai Perbedaan *slice thickness* pada sekuen SWI potongan *axial* terhadap informasi diagnostik citra pada pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson.

2. Manfaat Praktis

Sebagai sumber informasi dan masukan bagi praktisi MRI di Rumah Sakit mengenai teknik pemeriksaan MRI *brain* yang lebih optimal dengan menggunakan sekuen SWI potongan *axial* dengan klinis penyakit parkinson, dengan tujuan untuk mendapatkan kualitas citra pada *mesencephalon* dengan *slice thickness* yang paling optimal dari teknik pemeriksaan MRI *brain*.

E. Keaslian Penelitian

Tabel 1. 1 Tabel keaslian penelitian

NO	Peneliti, tahun, judul	Hasil	Persamaan
1	Febriani (2023) Prosedur Pemeriksaan MRI <i>Brain</i> Pada Klinis Parkinson's disease di Instalasi Radiologi Terpadu RSUP Fatmawati Jakarta	Penggunaan SWI dapat merekonstruksi secara multiplanar menjadi irisan yang lebih tipis, dan dinilai dapat lebih informatif dalam memvisualisasikan <i>loss of swallow tail sign</i> pada <i>substansia nigra</i> yang berada pada <i>ganglia basalis</i> .	Sama-sama meneliti tentang sekuen SWI untuk klinis penyakit parkinson
<p>Perbedaan: Pada penelitian sebelumnya menggunakan slice thicknes setebal 2 mm. sedangkan pada penelitian ini menggunakan <i>slice thickness</i> setebal 0,9 mm dan 2 mm.</p> <p>Metode: Penelitian sebelumnya menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus, penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan observasional.</p>			
2	(Aludin and Schmill, 2021) <i>MRI Sign of Parkinson's Disease and Atypical Parkinsonism</i>	Untuk mendiagnosis berbagai jenis parkinsonisme dapat dilihat melalui hilangnya DNH, penurunan <i>neuromelanin</i> di SNpc, dan LC, peningkatan deposit besi dan gangguan difusi pada SNpc. Kuantifikasi zat besi dan pencitraan kurtosis difusi dapat digunakan untuk pemantauan penyakit parkinson.	Sama-sama menggunakan sekuen SWI untuk melihat adanya pola gambaran <i>mickey mouse</i> sebagai tanda patologi penyakit parkinson.
<p>Perbedaan: Penelitian sebelumnya menggunakan metode selektif literature review mengenai tanda-tanda spesifik MRI pada penyakit parkinson menggunakan <i>slice thickness</i> 0,7 mm. Pada penelitian ini menggunakan pasien yang telah didiagnosa penyakit parkinson.</p> <p>Metode: Metode Penelitian sebelumnya menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan literature review, penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan observasional.</p>			
3	(Schwarz dkk, 2014) <i>The Swallow tail Appearance of the healthy- A New Azzurate test of Parkinson's Disease: a case Control and retrospective Cross-sectional MRI Study at 3T.</i>	Untuk menggambarkan kelaian patologi di daerah <i>nigrosome</i> dapat dengan mudah di gambarkan SWI dengan resolusi tinggi. Tampilan resolusi tinggi dapat menimbulkan tampilan 'ekor walet' pada daerah <i>substansia nigra dorsolateral</i> yang menjadi letak adanya patologi penyakit parkinson. penggunaan sekuen SWI menjadi potensi untuk mendiagnosa penyakit parkinson dengan menggunakan MRI	persamaan dengan penelitian sebelumnya yaitu sekuen yang di gunakan sama-sama T2 SWI
<p>Perbedaan: Penelitian sebelumnya terdapat dua penilaian untuk mengklasifikasi subjek menjadi penyakit parkinson atau non penyakit parkinson dengan menggunakan sekuen SWI potongan 0,7 mm sedangkan subjek penelitian ini menggunakan pasien MRI <i>brain</i> dengan klinis penyakit parkinson.</p> <p>Metode: Metode yang digunakan sama-sama yaitu retrospektif dan prospektif.</p>			

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Anatomi dan Fisiologi Otak

Otak merupakan organ tubuh vital yang menjadi pusat koordinasi tubuh manusia, sistem gerak tubuh manusia akan berpengaruh besar jika terdapat kelaian pada otak manusia. Didalam otak terdapat neuron yang merupakan jaringan sel-sel saraf untuk menghasilkan sinyal listrik kecil yang berguna sebagai sistem kelistrikan untuk otak bekerja (Akbar, 2014). Otak manusia dibagi menjadi beberapa bagian dan setiap bagiannya memiliki fungsinya tersendiri yang dapat memengaruhi kinerja otak. Otak dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu otak besar, otak kecil, dan batang otak.

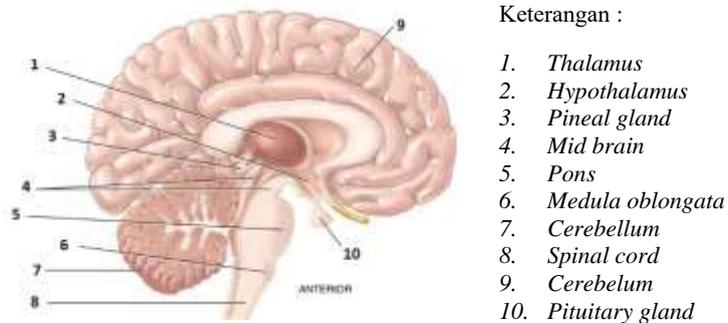
1. Otak besar (*cerebrum*)

Otak besar merupakan bagian terbesar dari otak yang berisi lipatan dan konvolusi didalam permukaannya terdapat *grey matter* yang disebut *cortex cerebrall* dan *white matter subkortikal* pada bagian dalam. Fungsi otak besar yaitu mengontrol informasi motorik dan sensorik, perilaku sadar dan tidak sadar, perasaan, kecerdasan dan memori (Alsayouri, 2023).

2. Otak kecil (*cerebellum*)

Otak kecil memiliki fungsi memodulasi koordinasi motorik, postur, dan keseimbangan. Otak kecil dapat mengontrol koordinasi gerakan sukarela dan menerima informasi sensorik dari otak dan sum-sum tulang

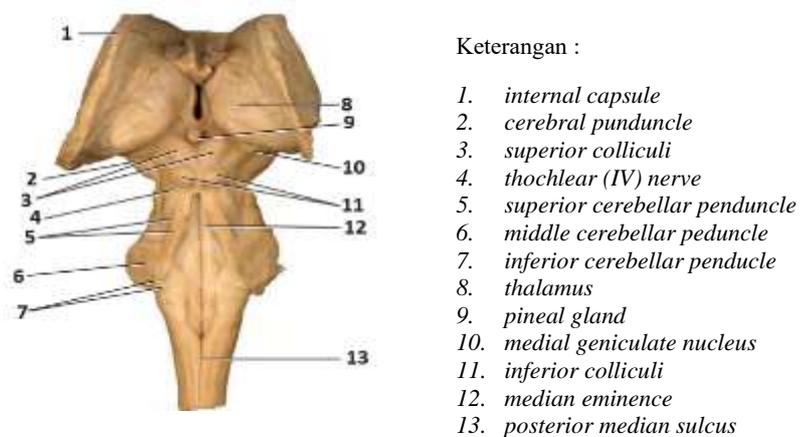
belakang yang menyempurnakan ketepatan dan keakuratan aktivitas motorik (Francisco, 2019).



Gambar 2.1 Anatomi otak besar dan otak kecil
(Tortora dan Nielsen, 2017)

3. Batang Otak

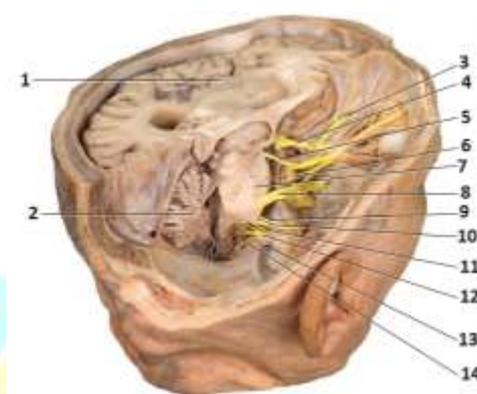
Batang otak bertindak sebagai jembatan yang menghubungkan otak besar dan otak kecil dengan sum-sum tulang belakang. Di dalam otak tengah terdiri dari *cruss cerebri*, yang berisi saluran *pyramidal* dan kortikopotin. Saluran *pyramidal* mengontrol pergerakan anggota badan, batang tubuh, dan saraf *cranial*. Bagian *ventral* dari *cerebrall* dan *nuclei* mengandung inti saraf *cranial* ke (III) yaitu *okulomotor* dan ke (IV) *troklear*, *white matter* dan *grey matter*, *red nucleus*, dan *substansia nigra* (Lynch dkk., 2019).



Gambar 2.2 Anatomi batang otak *superior*
(Tortora dan Nielsen, 2017)

4. Saraf Otak

Saraf otak terhubung dengan berbagai bagian kepala dan tubuh, yang memiliki perbedaan sesuai dengan fungsinya. Sistem saraf adalah serangkaian organ yang kompleks dan bersambungan serta terdiri dari jaringan saraf. Sistem saraf dibagi menjadi dua, yaitu sistem saraf pusat (SSP) dan sistem saraf perifer (Francisco, 2019).



Keterangan :

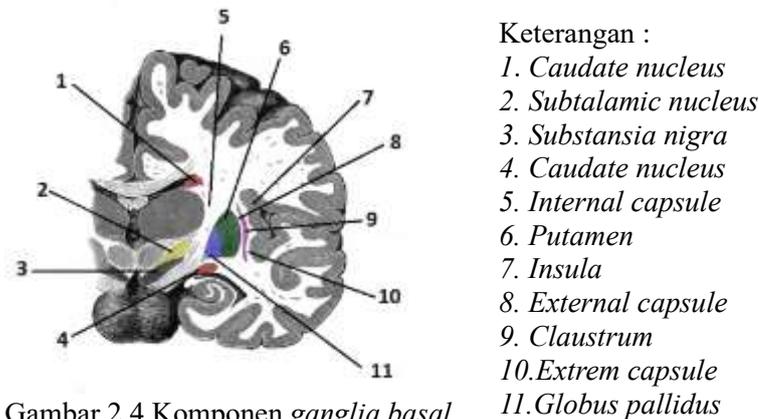
1. *Cerebrum*
2. *Cerebellum*
3. *Olfactory (I) bulb*
4. *Optic (II) nerve*
5. *Oculomotor (III) nerve*
6. *Abducens (IV) nerve*
7. *Trochlear (IV) nerve*
8. *Trigeminal (V) nerve*
9. *Facial (VII) nerve*
10. *Vestibulocochlear (VIII) nerve*
11. *Glossopharyngeal (IX) nerve*
12. *Vagus (X) nerve*
13. *Accessory (XI) nerve*
14. *Hypoglossal (XII) nerve*

Gambar 2.3 Anatomi sistem saraf
(Tortora dan Nielsen, 2017)

5. *Ganglia Basal*

Ganglia basal merupakan struktur subkortikal yang dapat berpengaruh dalam gerakan kontrol motorik dan pembelajaran motorik. *Ganglia basal* berperan mengendalikan postur, nada, dan gerakan. Komponen inti *globus pallidus* berada pada *telenchephalon*, mencakup *globus pallidus* dan striatum (Arash Fazl MD, 2016). *Ganglia basal* termasuk sejumlah wilayah yang secara histologis menunjukkan penyakit parkinson, yang ditandai dengan degenerasi dopaminergik nigrostriatal yang menyebabkan hilangnya neuron pada *substansia nigra* (Gaillard, 2024).

Gambar 2.4 dibawah ini merupakan komponen dari ganglia basal beserta anatominya.



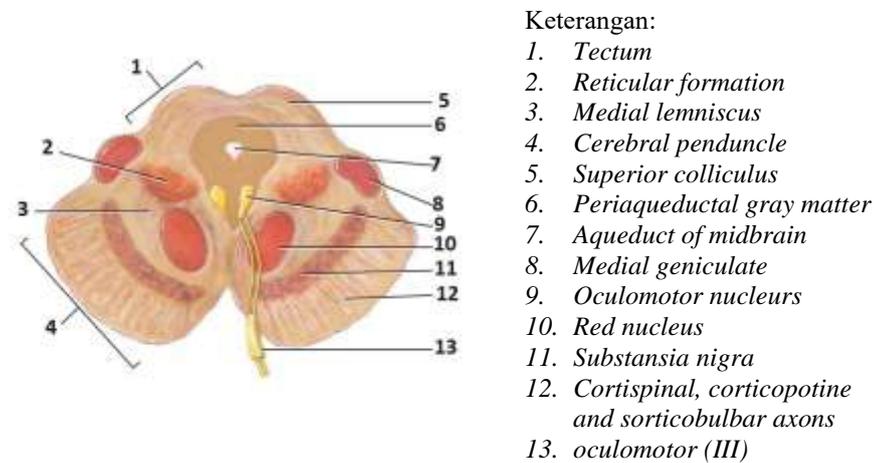
Gambar 2.4 Komponen ganglia basal
(Sugano, 2020)

6. *Substansia nigra*

Substansia nigra adalah wilayah otak yang penting untuk produksi dopamin dan neurokimia yang memengaruhi sistem saraf pusat, dimulai dari kontrol gerakan, fungsi eksekutif kognitif, dan aktivitas limbik emosional. *Substansia nigra* merupakan inti dopaminergik otak tengah yang memiliki peran penting dalam gerakan motorik sebagai bagian dari *ganglia basal*. *Substansia nigra* terletak otak tengah di belakang *cruss cerebri* dari batang otak, dibagi secara fungsional dan morfologis menjadi dua wilayah yaitu, *pars compact* (SNpc) yang mengandung *neuron dopaminergic* dan *pars reticulata* (SNpr) (William dan Sonne, 2019).

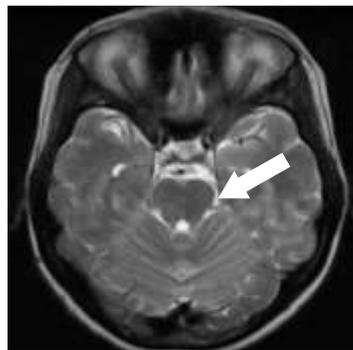
Gambar 2.4 di bawah ini merupakan anatomi *midbrain* yang memperlihatkan anatomi *substansia nigra*. *Substansia nigra* telah memisahkan irigasi dari cabang arteri *cerebrall basilar* dan *posterior*. Bagian *medial substansia nigra*, bersama dengan saluran *corticospinal*

cruss cerebri, menerima suplai dari cabang paramedian *artery basillar* (William dan Sonne, 2019).



Gambar 2.5 Anatomi *midbrain* (Tortora dan Nielsen, 2017)

Gambar 2.5 di bawah ini merupakan *anatomi crosssectional MRI brain* potongan *axial* setinggi *kolikulus superior* yang menunjukkan daerah *substansia nigra* yang menyerupai *mickey mouse* (Lynch dkk., 2019).



Gambar 2.6 Citra MRI *brain* pada potongan *axial* yang menyerupai siluet *mickey mouse* (anak panah) (Torsten B. Moller & emil Reif, 2014)

B. Patologi Penyakit Parkinson

1. Pengertian Parkinson

Parkinson merupakan gangguan neurodegeneratif yang dicirikan dengan gejala motorik klasik yaitu *bradykinesia*, *rigiditas*, *instabilitas*

postural, stoop posture, dan tremor. Penyakit ini merupakan penyakit neurodegeneratif tersering kedua setelah *demensia alzheimer*. Penyakit parkinson bersifat progresif yang mengenai gerakan atau kontrol terhadap berbicara dan memiliki onset yang bersifat insidious (tidak diketahui dengan pasti kapan mulai sakit) (Gunawan dkk., 2017). Petanda patologis pada penyakit parkinson berupa adanya akumulasi *alpha-synuclei* yang berisi *lewy bodies* pada *substansia pars kompakta*, nukleus batang otak dan bagian lain seperti *temporal medial*, limbik dan *korteks frontal* (Hunaifi dkk., 2022). Terdapat dua jenis penyakit parkinson diantaranya yaitu: *parkinsonisme atipikal* yang merupakan kelainan neurodegeneratif akan tetapi klinis, patologi, pengobatan yang berbeda dan *parkinsonisme sekunder* yang memiliki kelainan mirip dengan penyakit parkinson tetapi memiliki etiologi yang berbeda (Schwarz dkk., 2014).

2. Epidemiologi Parkinson

Penyakit parkinson terjadi karena penurunan kadar dopamin yang masif akibat kematian neuron di *substansia nigra*. Berdasarkan data studi paling komprehensif dan terkini tentang penyakit parkinson prevalensi penyakit parkinson bervariasi dari 41 hingga 100.000 pada dekade kelima kehidupan, hingga 1.900 pasien per 100.000 penduduk yang berusia 80 tahun ke atas. Mengingat penyakit parkinson ini umumnya dapat meningkat seiring dengan bertambahnya usia. Meskipun demikian, sekitar 4% pasien penyakit parkinson didiagnosis berusia dibawah 50 tahun. Terdapat indikator baru menyatakan perkiraan didunia sekitar enam hingga tujuh juta

orang menderita penyakit parkinson, dan penyakit ini lebih sering terjadi pada pria, karena laki-laki lebih sering bekerja di lingkungan yang terpapar racun. Sedangkan diskinesia lebih sering terjadi pada wanita, hal ini dapat terjadi karena massa tubuhnya lebih rendah dan pengaruh dari dosis obat terhadap tubuh. Perbandingan jumlah kematian, DALYs (*disability-adjusted life-years*) atau tahun hidup yang terjadi setelah mengalami disabilitas antara tahun 2016 rata-rata mengalami peningkatan jumlah kematian sebesar 19,5%, peningkatan prevalensi penyakit 21,7% dan perubahan DALYs (*disability-adjusted life-years*) sebesar 22,1%. Akan terlihat perbedaan jika membandingkan negara maju dan negara terbelakang, terutama karena perbedaan dalam standar pelayanan kesehatan dan ketersediaan perawatan obat dan medis (Telarović, 2023).

3. Faktor Resiko Penyakit Parkinson

Dibawah ini merupakan resiko penyebab terjadinya penyakit parkinson.

a. Faktor genetik

Faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya penyakit parkinson yakni faktor genetik dan faktor lingkungan faktor genetik terjadi akibat mutase pada 3 gen yakni SNCA, LRRK2, dan VPS35 yang semuanya bersifat *autosomal dominan*. Faktor genetik berperan pada 10-15% kejadian parkinson dan sisanya merupakan peranan dari faktor lingkungan (Simon, 2019).

b. Faktor lingkungan

Paparan bahan kimia beracun dapat meningkatkan resiko terkena penyakit parkinson. Salah satunya pada tempat yang terpapar pestisida, pekerjaan dipertanian, dan rumah yang tinggal di pedesaan. Selain itu, pelarut terklorinasi yang digunakan dalam *dry cleaning*, *degreasing*, *bifenil poliklorinasi*, yang sebelumnya digunakan sebagai pendingin dan pelumas memiliki pengaruh terjadinya dengan peningkatan resiko penyakit parkinson (Simon, 2019).

c. Cedera kepala

Cedera kepala ringan-sedang yang pernah terjadi sebelumnya dapat dikaitkan dengan resiko penyakit parkinson. Resiko terkena parkinson juga dapat terus meningkat jika bertambahnya jumlah cedera kepala (Simon, 2019).

d. Faktor gaya hidup

Efek terjadinya paling besar terjadi pada pria yang mengkonsumsi kopi tertinggi, dan dapat dipengaruhi oleh faktor genetik. Pola makan yang sehat seperti mengkonsumsi buah-buahan, sayur-sayuran, dan biji-bijian dapat mendukung penurunan resiko penyakit parkinson. Aktivitas fisik tambahan, misalnya berolahraga secara sederhana dapat menurunkan resiko terkena penyakit parkinson (David K. Simon, 2019).

4. Stadium/*Stagging*

Penilaian skala parkinson menurut skala Hoehn dan Yahr:

- a. Stadium I: gejala tidak terlalu berat, akan tetapi menimbulkan kecacatan seperti tremor pada anggota gerak.
- b. Stadium II: gejala *bilateral*, terdapat kecacata minimal, seperti cara berjalan terganggu.
- c. Stadium III: kecacatan ringan sampai sedang disertai gangguan refleks postural, gerak tubuh melambat, keseimbangan mulai terganggu.
- d. Stadium IV: gejala berat mulai terlihat seperti rigiditas dan *bradikinesia*, tidak mampu berdiri, tremor dapat berkurang dari sebelumnya, masih dapat berjalan namun hanya jarak tertentu saja.
- e. Stadium V: hanya dapat berbaring di tempat tidur atau di kursi roda jika di bantu.

5. Prognosis

Penyakit parkinson bukanlah penyakit yang mematikan, akan tetapi pengaruh kelaianan degeneratif yang berkembang lama biasanya hingga membuat pasien benar-benar lemah. Kondisi tersebut biasanya terjadi selang 15 tahun kedepan. Mereka yang mengidap penyakit parkinson memiliki masa hidup lebih pendek. Penyakit parkinson akan memburuk selama bertahun-tahun jika tidak dilakukan pengobatan, serta dapat menyebabkan penurunan seluruh fungsi otak dan kematian dini (Mdanal, 2023).

C. Prinsip Dasar Magnetic Resonance Imaging (MRI)

1. Pengertian *Magnetic Resonance Imaging (MRI)*

Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah suatu teknik penggambaran penampang tubuh berdasarkan prinsip resonansi magnetik inti atom hidrogen. Teknik penggambaran MRI relatif kompleks, karena gambaran yang dihasilkan tergantung pada banyak parameter. Modalitas pada MRI tersebut memiliki kemampuan membuat gambaran potongan *axial*, *coronal* maupun *sagittal*. MRI sangat sensitif untuk mendeteksi beberapa ketidaknormalan pada jaringan lunak, seperti otot, *ligament*, dan *discus intervertebral* (Wesbrook, 2014)

2. *Instrumentasi Magnetic Resonance Imaging (MRI)*

Menurut Westbrook, (2019), instrumentasi MRI terdiri dari:

a. Magnet Utama

Magnet utama digunakan untuk memproduksi medan magnet yang besar, yang mampu menginduksi jaringan atau obyek sehingga mampu menimbulkan magnetisasi dalam obyek. Medan magnet yang dimiliki MRI mempunyai kekuatan sebesar 10.000 *gauss* atau 1 tesla. Bila dibandingkan dengan medan magnet bumi kekuatan medan magnet berpuh kali lebih besar. Medan magnet akan timbul jika kumparan diredam dalam helium dengan suhu -263° *celcius*. Perendaman tersebut bertujuan untuk mempertahankan sifat magnetik pada MRI.

Pada unsur-unsur kimia tertentu, terdapat aspek yang menunjukkan sifat magnetik yang salah satunya disebut sebagai suseptibilitas

magnetik. Suseptibilitas magnetik dapat diartikan sebagai seberapa responsif ketika suatu bahan dihadapkan pada sebuah medan magnet, apakah akan terjadi tarikan atau tolakan pada bidang magnet tersebut. Perbedaan ini dapat terjadi karena adanya struktur atom atau molekul bahan, khususnya jumlah elektron yang mengelilingi inti atom dan bagaimana mereka bergerak dan melakukan *spin* (Westbrook, 2019).

Beberapa jenis magnet utama menurut (Westbrook, 2019), diantaranya sebagai berikut:

1) Permanen Magnet

Permanen magnet dibuat dari bahan-bahan feromagnetik dan memiliki kuat medan magnet maksimal 0.3 Tesla. Bahan yang umum digunakan sebagai pembuat magnet permanen adalah campuran aluminium, nikel, dan *cobalt*, disebut juga *alnico*. Permanen magnet tidak memerlukan listrik kadang kala dirancang dengan model terbuka dan sangat umum digunakan pada pasien-pasien *claustrophobia*, obesitas, ataupun pasien dengan pemeriksaan *musculoskeletal* dan teknik intervensional yang sulit dilakukan dengan MRI yang tertutup (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019).

2) Resistif Magnet

Magnet jenis ini dibangkitkan dengan memberikan arus listrik melalui kumparan. Resistive magnet lebih ringan dibandingkan dengan permanen magnet, sementara kuat medan magnet maksimum yang dihasilkan kurang dari 0.3 Tesla.

3) Magnet suprakonduktor

Magnet suprakonduktor menggunakan bahan yang terbuat dari niobium dan titanium. Bahan tersebut akan menjadi suprakonduktif pada temperature 4K (kelvin) dengan memberikan arus listrik melalui kumparan-kumparan.

b. Sistem shim

Sistem shim beroperasi pada suhu ruang dan letaknya disekeliling bagian dalam dinding *cryostat*. Fungsi dari sistem shim yaitu menjaga homogenitas magnetik pada saat proses pembentukan citra berlangsung.

c. Sistem gradien

Seluruh peralatan sistem pencitraan MRI dilengkapi dengan kumparan penghantar yang bersifat resistif yang disebut kumparan gradien. Fungsi dari medan gradien ini adalah untuk mengkodekan informasi ruang dalam sinyal RF yang dipancarkan oleh proton.

Medan gradien magnetik yang nyala dan mati akan membangkitkan medan yang disebut *Time Varying Magnetic Field (TVMF)*. Dalam sistem MRI ada 3 set kumparan gradien yang menghasilkan TVMF dalam arah tiga sumbu orthogonal (X, Y, Z) gradien tersebut.

- 1) Gradien koil X, untuk membuat citra potongan *sagittal*.
- 2) Gradien koil Y, untuk membuat citra potongan *coronal*.
- 3) Gradien koil Z, untuk membuat citra potongan *axial*.

d. Sistem radiofrekuensi

Sistem radiofrekuensi bertujuan untuk tranmisi dan menerima

radiasi elektromagnetik selama akuisisi citra berlangsung. Radiofrekuensi yang telah ditransmisikan berfungsi menentukan banyaknya irisan jaringan didalam daerah yang akan diperiksa serta meningkatkan tingkat energi dari proporsi ini hidrogen didalam irisan tersebut. Radiofrekuensi yang ditransmisikan diterapkan pada frekuensi larmor (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019).

e. Sistem Komputer MRI

Sistem komputer digunakan sebagai pengendali sebagian besar operasional peralatan MRI. Dengan kelengkapan perangkat lunaknya, komputer mampu melakukan tugas-tugas mulai dari input data, pemilihan protokol pemeriksaan, pemilihan irisan, mengontrol seluruh sistem, pengolahan data, penyimpanan data, pengolahan gambaran diagnostik, display gambaran diagnostik sampai rekam data (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019)

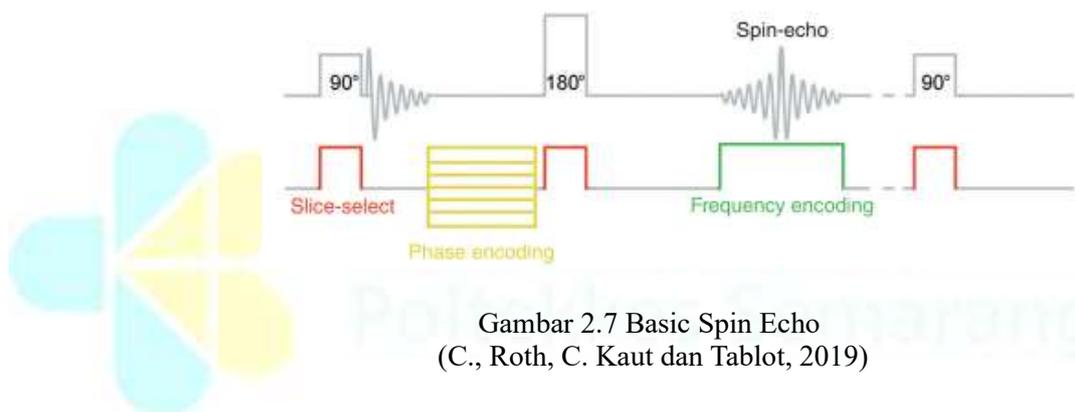
3. Pulsa sekuen MRI

Pulsa sekuen adalah serangkaian peristiwa yang meliputi pulsa radiofrekuensi, pengaktifan gradien, dan pengumpulan sinyal yang dilakukan untuk menghasilkan citra MRI. Setiap sekuen memiliki parameter yang berbeda-beda. Beberapa jenis sekuen yang sering digunakan dalam diagnostik klinis yaitu sebagai berikut:

a. *Spin Echo* (SE)

Spin echo adalah sekuen yang diperoleh dengan menggunakan aplikasi RF 90 diikuti dengan aplikasi pulsa RF 180 untuk rephrase agar

sinyal dapat dicatat dalam masing-masing *K-space* agar diperoleh citra MRI. Pulse sekuen *spin echo* paling banyak digunakan pada pemeriksaan MRI. Pulse sekuen *spin echo* konvensional adalah sekuen yang digunakan untuk menghasilkan gambaran dengan pembobotan T1, T2, dan *proton density* (PD). Pulse sekuen *spin echo* merupakan pulsa sekuen dasar yang digunakan pada MRI. Parameter TR dan TE merupakan parameter yang berpengaruh terhadap pulsa sekuen *spin echo* (SE) (Westbrook, 2016).



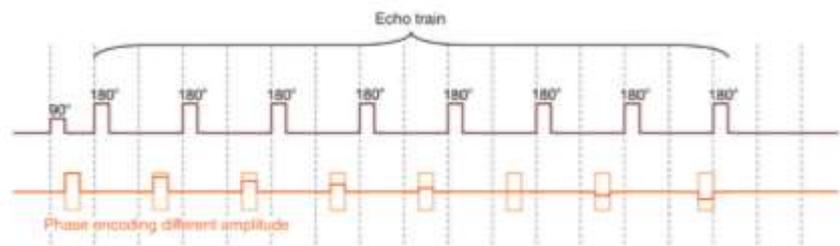
Gambar 2.7 Basic Spin Echo
(C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019)

Gambar 2.7 diatas merupakan satu langkah pengkodean fase yang diterapk per TR pada setiap irisan, dan oleh karena itu hanya satu baris *k-space* yang terisi per TR (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019).

b. *Fast Spin Echo* (FSE)

Fast Spin Echo menggunakan lebih dari satu *phase encoding* dan mengisi lebih dari satu baris maka dari itu sekuen ini memiliki waktu akuisis yang lebih cepat. Hal ini dicapai dengan menggunakan multiplikasi dari pulsa rephasing 180° yang di sebut *echo train lenght* (ETL). Dalam FSE *scan time* akan berkurang memodifikasi komponen phase matriks, jumlah langkah pashe enchoding per TR meningkat.

Hasilnya, pengisian k -space lebih efisien dan *scan time* berkurang.

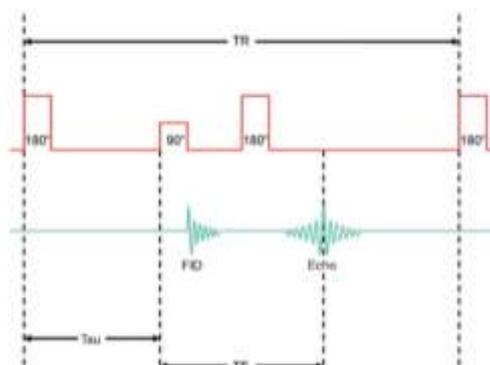


Gambar 2.8 Echo Train pada sekuen FSE
(C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019)

Gambar 2.8 pada setiap kombinasi pengkodean pulsa/fase RF 180° , amplitudo pengkodean fase berbeda kemiringan gradien diterapkan untuk mengisi garis k -space yang berbeda. FSE, beberapa baris bersesuaian hingga faktor turbo terisi pada setiap TR (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019).

c. *Inversion Recovery* (IR)

Inversion recovery termasuk dalam sekuen *spin echo* dengan menggunakan pulsa radiofrekuensi reserve untuk menekan sinyal dari suatu jaringan tertentu.

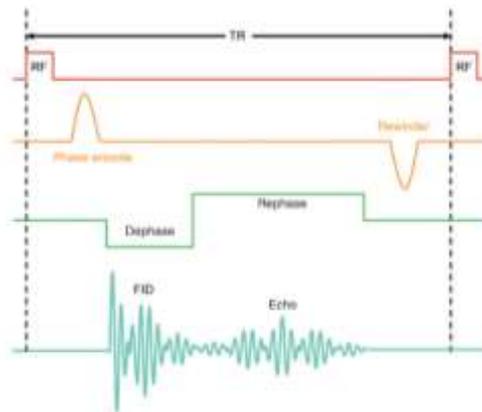


Gambar 2.9 Inversion Recovery Sequence
(C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019)

Gambar 2.9 diatas menjelaskan ketika pulsa pembalik RF dihilangkan, NMV akan kembali ke B0 karena proses pemulihan T1. Pada waktu titik tertentu selama pemulihan ini, pulsa eksitasi RF 90° diterapkan dan kemudian dimatikan (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019).

d. Gradient echo (GRE)

Flip angle kurang dari 90° dihasilkan dari sekuen GRE menggunakan pulsa eksitasi radiofrekuensi. Selain itu, untuk menghasilkan *echo* dengan proses *rephasing*, sekuen ini tidak menggunakan pulsa radiofrekuensi, tetapi menggunakan gradien untuk menghasilkan citra dengan pembobotan dasar yang sama. Sehingga waktu akuisis yang singkat lebih menghasilkan *spin echo*.



Gambar 2.10 The Coherent Gradient-Echo Sequence (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019)

Gambar 2.10 merupakan awal diterapkan secara negatif, yang meningkatkan dephasing dan menghilangkan FID. Polaritasnya adalah kemudian dibalik, yang hanya memulangkan momen magnetik yang

dihilangkan fasenya oleh negatif lobe. Hanya inti-inti ini (yang momen magnetnya dihilangkan fasenya oleh lobus legatif gradient dan kemudian *rephase* oleh *positive lobe*) yang menciptakan *spin echo* di waktu TE (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019).

e. *Diffusion Weighted Imaging (DWI)*

Sekuen ini berfungsi untuk menunjukkan area dengan difusi air ekstraseluler seperti jaringan infark. Pada jaringan normal, air ekstraseluler berdifusi secara acak, sedangkan pada jaringan iskemik. Sel akan membengkak dan menyerap air sehingga mengurangi difusi rata-rata. Dengan penerapan gradien yang sama pada setiap sisi pulsa sekuen radiofrekuensi 180° menyebabkan sekuen DWI sangat sensitive terhadap difusi. Pulsa gradien ini dirancang untuk membatalkan pergeseran fase putaran stationer sementara putaran bergerak mengalami pergeseran fase. Oleh karena itu, redaman sinyal dapat terjadi di jaringan normal dengan gerakan acak dan sinyal tinggi muncul di jaringan dengan difusi terbatas (Wesbrook, 2014).

f. *Susceptibility Weighted Imaging (SWI)*

Sekuen SWI sangat berguna untuk mendeteksi trauma, *microbleed cerebral*, kalsifikasi intrakranial, tumor otak, dan penyakit neurodegeneratif seperti penyakit parkinson. Kegunaan sekuen SWI untuk pemeriksaan MRI *brain* dengan klinis penyakit parkinson untuk membedakan kalsium dan darah dalam implikasi yang mengarah ke sensitivitas dan spesifitas diagnostik yang lebih baik. Pada umumnya,

setiap jaringan memiliki sifat kerentanan magnet yang berbeda, salah satu fungsi SWI yaitu untuk mengukur kandungan zat besi dan zat lain dengan mengubah medan magnet internal. SWI memiliki sensitifitas magnet yang kuat, akan menghasilkan ketebalan lapisan lebih tipis dan pemindain tanpa interval sehingga dapat menampilkan *substansia nigra* untuk mendapatkan potongan yang lebih akurat (Maulidiana, 2023). Potongan yang dapat digunakan untuk melihat patologi parkinson dapat menggunakan potongan *axial* dan *sagittal* (Aludin dan Schmill, 2021). Potongan *axial* pada otak tengah dengan urutan yang sesuai dapat memperlihatkan hilangnya volume zat besi yang dilihat *lateral* diwilayah *substansia nigra*, akan menghasilkan siluet menyerupai *swallow tail* dan *mickey mouse* pada otak tengah.



Gambar 2.11 Rekonstruksi *axial* MRI *brain* sekuen SWI berbobot T2 (Chau dkk., 2023)

Gambar 2.11 diatas merupakan gambar anatomi *mesencephalon* yang menggunakan sekuen T2 SWI dengan atrofi *tegmentum lateral*.

4. Parameter Dasar MRI

Pada dasarnya citra MRI dapat dibuat se-optimal mungkin dengan

mengatur beberapa parameter pembentukan citra MRI. Parameter dasar pada MRI yaitu:

a. *Time Repetition* (TR)

Time Repetition merupakan waktu dari penerapan satu pulsa RF untuk aplikasi RF pulsa berikutnya untuk setiap slice dan diukur dalam mili detik (ms). TR menentukan jumlah relaksasi *longitudinal* yang diizinkan terjadi antara akhir satu pulsa RF dan penerapan berikutnya. TR pendek menyebabkan magnetisasi *longitudinal* sangat kecil, dan menyebabkan gambar dengan SNR yang buruk (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019).

b. *Time Echo* (TE)

Time echo merupakan waktu dari penerapan pulsa RF ke puncak sinyal diinduksi dalam kumparan dan juga diukur dalam ms. TE menentukan banyaknya decay magnetisasi *transversal*. SNR menurun seiring dengan meningkatnya TE, karena magnetisasi *transversal* lebih sedikit untuk rephrase dan membentuk echo. Hal ini menjelaskan mengapa sekuen T2- *weighted* menggunakan TE panjang, biasanya memiliki SNR yang lebih rendah (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019).

c. NEX (*Number of Excitation*)

Number of Excitation merupakan nilai yang menunjukkan jumlah pengulangan pencatatan data selama akuisisi dengan amplitudo dan fase encoding yang sama. NEX mengontrol sejumlah data yang masing-masing disimpan dalam lajur *k-space*. *k-space* merupakan area

frekuensi spasial yang mana sinyal berupa frekuensi yang berasal dari pasien akan disimpan. Penggunaan NEX yang tinggi akan meningkatkan SNR dan *scan time*.

d. *Flip Angle*

Flip angle adalah sudut yang ditempuh NMV pada waktu relaksasi. *Flip angle* menentukan seberapa banyak *Net Magnetic Vector* yang berputar terhadap bidang XY. Pada pulsa sekuen *fast spin echo*, SNR yang dihasilkan akan lebih baik karena menggunakan *flip angle* 90° sehingga magnetisasi *longitudinal* menjadi magnetisasi *transversal* dibandingkan dengan *gradient echo* yang *flip anglenya* kurang dari 90° .

e. *Matrix*

Matrix akuisisi menentukan resolusi spasial dari citra. Meningkatkan matrix akan menurunkan sinyal sehingga SNR menurun, spatial resolution meningkat dan waktu scanning menjadi lebih lama.

f. *Field of View* (FOV)

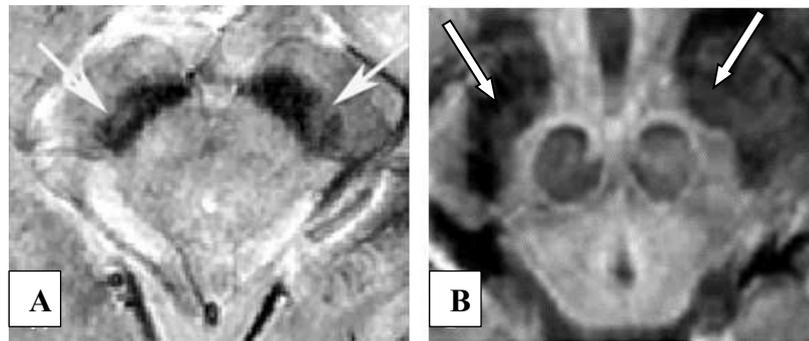
FOV menentukan berapa banyak informasi yang akan kita lihat. Memperbesar ukuran FOV membuat ukuran voxel juga meningkat.

g. *Slice thickness*

Slice thickness adalah tingkat ketebalan irisan/potongan dari obyek yang dilakukan pemeriksaan. Besarnya *slice thickness* akan memengaruhi *spatial resolusi* gambar yang dihasilkan. *Slice thickness* yang tipis akan menghasilkan resolusi spasial yang baik, namun

berpengaruh pada besar FOV dan akan membutuhkan waktu akuisisi data yang lebih lama, namun akan menurunkan *spatial resolusi* dan *volume partial* dalam pemilihan *slice direction*. Irisan yang tipis dihasilkan pada voxel yang kecil, maka SNR akan menurun (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019). Mengubah *slice thickness* akan mengubah volume voxel pada sepanjang dimensi irisan. Slice tebal akan menutupi lebih banyak jaringan tubuh pasien dan oleh sebab itu lebih banyak proton yang berputar didalamnya. SNR kemudian akan meningkat sebanding dengan peningkatan ketebalan irisan. Untuk mencapai *slice thickness*, rentang frekuensi harus ditentukan ditransmisikan untuk menghasilkan resonansi di seluruh irisan. Oleh karena itu, irisan tereksitasi dengan mentransmisikan RF dengan frekuensi pusat yang sesuai pada bagian tengah irisan, dan *bandwidth* serta kemiringan gradien sesuai dengan ketebalan irisan. Akan tetapi celah yang terlalu kecil dibandingkan dengan ketebalan irisan dapat menyebabkan *cross-talk artefact*. *Cross-talk artefact* disebabkan oleh pulsa RF yang tidak berbentuk persegi panjang. Salah satu cara untuk mengatahinya adalah dengan memberi celah atau lompatan diantara irisan.

Penggunaan *slice thickness* yang lebih tipis pada klinis penyakit parkinson bertujuan untuk melihat kelainan patologi penyakit parkinson, karena potongan yang dihasilkan lebih detail sehingga dapat memperjelas kelainan patologi pada pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson (Maulidiana, 2023).



Gambar 2.12 Sekuen SWI dengan potongan 0,9 mm (A)
(Bae dkk., 2021),
sekuen SWI dengan potongan 2 mm (B)
(Manova dkk., 2019)

Pada gambar 2.12 yang ditunjukkan oleh anak panah merupakan contoh gambar dengan patologi penyakit parkinson menggunakan sekuen SWI yang menunjukkan adanya penumpukan zat besi pada daerah *substantia nigra*.

5. Pembentukan Citra MRI

Citra MRI dibentuk melalui proses pengolahan sinyal yang dihasilkan proses magnetisasi atom dalam tubuh pasien. Sinyal yang dapat diukur adalah sinyal dengan arah vector pada sumbu xy (*transversal*). Pemutaran arah vektor magnet jaringan dan pengambilan sinyalnya dijelaskan dalam rangkaian proses sebagai berikut:

a. Pulsa RF

Pulsa RF (Radio Frekuensi) merupakan salah satu jenis gelombang elektromagnetik. Pulsa RF akan meresonansi gerakan presesi proton. Resonansi dapat terjadi apabila besarnya frekuensi RF yang ditembakkan sama dengan besarnya frekuensi larmor dari atom. Peristiwa resonansi mengakibatkan *Net Magnetisasi Vektor* (NMV)

berada pada bidang *transversal*. Magnetisasi *transversal* akan menginduksi koil penerima sehingga dihasilkan sinyal MR (*magnetic resonance*), yang mana besarnya RF yang ditembakkan ke atom adalah sama dengan frekuensi larmor atom tersebut (Sons, 2014).

b. Waktu Relaksasi

T1 atau *spin lattice relaxation* adalah waktu yang diperlukan untuk kembalinya 63% magnetisasi *longitudinal* setelah pulsa RF 90°. T2 atau proses *spin-spin relaxation* adalah waktu yang diperlukan oleh magnetisasi *transversal* untuk *decay* hingga 37% dari nilai awalnya (Sons, 2014).

c. Fenomena T1 dan T2

Setelah RF diberikan dan terjadi peristiwa resonansi maka pulsa dihentikan maka NMV kehilangan energi yang dikenal dengan relaksasi, yaitu jumlah magnetisasi pada bidang longitudinal meningkat kembali atau *recovery* dan pada saat yang sama jumlah magnetisasi pada bidang *transversal* akan meluruh yang dikenal dengan *decay*. *recovery* magnetisasi *longitudinal* disebabkan oleh suatu proses yang disebut dengan T1 *recovery* dan *decay* pada magnetisasi *transversal* disebabkan suatu proses yang disebut dengan T2 *decay*. T1 *recovery* disebabkan oleh karena nukleus memberikan energinya pada lingkungan sekitarnya atau *lattice*, sehingga disebut juga dengan *Spin-Lattice Relaxation*. Energi yang dibebaskan ke lingkungan sekitar akan menyebabkan magnetisasi bidang *longitudinal* akan semakin lama

semakin menguat dengan *time recovery* yang disebut waktu relaksasi T1 didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan suatu jaringan untuk mencapai pemulihan magnetisasi *longitudinal* hingga 63% dari nilai awalnya.

Menurut Mimbacas A Beloso C Souto J, (2018) terdapat parameter untuk pemeriksaan MRI *brain* dengan MRI 3T dan 1,5T menggunakan sekuen SWI, diantaranya :

Tabel 2.1 Parameter Sekuen SWI
(Mimbacas A Beloso C Souto J, 2018)

parameter	1,5T	3T
TR	35 ms	23 ms
TE	50 mm	20 ms
<i>Slice thickness</i>	5 mm	5 mm
Matrix size	256 x 512	218 x 127
Voxel	1.0 x 0.9 x 1.5	1.0 x 0.9 x 1.5
<i>Flip angle</i>	15 deg	10 deg
FoV	230 mm	230 mm
dimension	3D	3D

6. Kualitas Citra

Kualitas citra dipengaruhi oleh *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Contrast to Noise Ratio* (CNR), *Scan Time* dan *Spatial Resolusi*. Menurut (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019) kualitas citra MRI meliputi:

a. *Signal to Noise Ratio*

SNR didefinisikan sebagai rasio amplitudo sinyal yang diterima dengan amplitudo rata-rata dari *background noise*. Sinyal disebut dengan tegangan yang diinduksi dalam kumparan penerima oleh presesi magnetisasi koheren dibidang *transversal* pada, atau sekitar, waktu TE.

Adanya *noise* dapat mewakili frekuensi yang ada secara acak dalam ruang dan waktu.

Adapun faktor yang memengaruhi SNR:

- 1) Kuat medan magnet sistem
- 2) Kepadatan proton pada area yang diperiksa
- 3) Jenis dan posisi coil
- 4) TR, TE, dan *flip angle*
- 5) NEX/NSA
- 6) *Receive bandwidth*
- 7) *Voxel volume*

b. *Contrast to Noise Ratio* (CNR)

Contrast to Noise Ratio (CNR) merupakan perbedaan antar dua area SNR yang berdekatan (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019). CNR memiliki faktor besar untuk memengaruhi kualitas citra. Kontras citra sangat bergantung pada *Time Repetition* (TR), *Time Echo* (TE), *Time Inversion* (TI), *Flip Angle*, *Turbo Factor*, T1, T2, *Proton Density* (PD), dan *Magnetization Transfer Contrast* (MCT). Terdapat cara untuk meningkatkan CNR, antara lain:

- 1) Menggunakan pembobotan T2

Walaupun citra dengan pembobotan T2 seringkali menunjukkan SNR yang lebih rendah dibandingkan pembobotan T1, prinsip dasar pembobotan T2 yaitu menggunakan TE yang panjang. Penggunaan TE panjang memiliki keunggulan untuk membedakan patologi

jaringan normal yang lebih baik, karena sinyal yang berasal dari area patologi cenderung lebih tinggi dibandingkan area yang normal.

2) Menggunakan *Contrast Agent*

Contrast agent digunakan untuk meningkatkan CNR antara patologi yang mengalami *contrast enhance* dengan anatomi normal

3) Teknik *Fat Saturation*

Teknik *fat saturation* yang bisa digunakan untuk meningkatkan CNR yaitu menggunakan sekuen *spatial inversion recovery* (SPIR) dan *Out of Phase* pada sekuen DIXON

3) Resolusi spasial

Resolusi spasial adalah rasio antara FOV dengan *matrix*. Menambahkan FOV dan/atau mengurangi *matrix* bisa menyebabkan resolusi menjadi tinggi. Resolusi berkorelasi langsung dengan SNR dan merupakan kunci utama dalam hasil citra (C., Roth, C. Kaut dan Tablot, 2019). Parameter ini dikendalikan oleh voxel, ukuran voxel dipengaruhi oleh:

- a) *Slice thickness*
- b) *Field of View* (FoV)
- c) Jumlah *pixel* atau *matrix*

4) *Scan Time*

Scan time adalah durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan proses akuisisi citra MRI. Lamanya *scan time* memainkan peran penting dalam menentukan kualitas citra, karena semakin lama

waktu yang diberikan untuk akuisisi, semakin besar kemungkinan terjadinya pergerakan pada pasien selama proses pengambilan gambar. Faktor-faktor yang dapat memengaruhi *scan time* yaitu:

a) *Time Repetition* (TR)

Karena meningkatkan TR akan meningkatkan *scan time* dan sebaliknya.

b) *Phase matrix*

Karena meningkatkan *phase matrix* akan meningkatkan *scan time* dan sebaliknya.

c) NEX/NSA

Karena meningkatkan NEX/NSA akan meningkatkan *scan time* dan sebaliknya.

d) *Slice thickness*

Karena mengurangi *slice thickness* akan meningkatkan *scan time*.

7. Prosedur pemeriksaan MRI *brain*.

Informasi diagnostik dan patologi yang terdapat pada area tersebut. Pemeriksaan MRI *brain* merupakan pemeriksaan menggunakan medan magnet MRI yang dilakukan pada area otak dengan tujuan memperoleh.

a. Indikasi pemeriksaan

Indikasi pemeriksaan MRI *brain* menurut (Westbrook, 2014) dilakukan untuk pemeriksaan:

1) *Multiple sclerosis* / MS

Multiple sclerosis merupakan penyakit autoimun neurodegeneratif yang menyerang sistem saraf pusat, yang biasanya ditandai dengan inflamasi kronis, demielisasi, gliosis dan kematian neuron (Pb., 2021).

2) Tumor

Tumor merupakan jaringan baru tidak normal yang timbul pada tubuh diakibatkan dari berbagai faktor penyebab tumor yang menyebabkan jaringan disekitarnya kehilangan kendali normal atas pertumbuhannya (Soebagjo, 2019).

3) Trauma

Trauma/cedera kepala merupakan cedera mekanik yang mengenai kepala serta mengakibatkan luka di kulit kepala, fraktur tulang tengkorak, robekan selaput otak dan kerusakan jaringan otak itu sendiri meskipun kejadiannya secara langsung/tidak langsung (Esther dan Manarisip, 2014).

4) Gangguan pendengaran

Gangguan pendengaran adalah ketidakmampuan seseorang secara total atau sementara untuk mendengarkan pada salah satu suara atau keduanya (Dhea dkk, 2023).

5) Penyakit parkinson

Penyakit parkinson adalah penyakit neurologis yang paling umum diantara penyakit neurodegeneratif lainnya seperti alzheimer (Telarović, 2023).

b. Persiapan pasien

Menurut (Westbrook, 2014) sebelum dilakukannya pemeriksaan MRI *brain*, dilakukan persiapan pasien sebagai berikut:

- 1) Pasien diarahkan untuk ke toilet terlebih dahulu.
- 2) Prosedur pemeriksaan dijelaskan oleh petugas yang akan dilakukan kepada pasien/keluarga.
- 3) Pasien diminta untuk menaruh semua barang yang ada dikantong dan diminta untuk melepas aksesoris berupa logam seperti perhiasan, jepit rambut, kalung, jam tangan,
- 4) Pasien dipastikan sudah memahami terkait prosedur pemeriksaan yang akan dilakukan.

c. Persiapan alat

Persiapan alat menurut (Sons, 2014) yang dilakukan sebelum pemeriksaan MRI *Brain* dimulai diantaranya adalah:

- 1) *Head coil*
- 2) *Imobilisasi dan body straps*
- 3) *Earplug/headphone*
- 4) Selimut

d. Posisi pasien

Posisi pasien pemeriksaan MRI *brain* yaitu pasien supine diatas meja pemeriksaan dengan kepala berada dalam *head coil*. Kepala diatur agar *inter-pupillary line* *pararel* dengan meja pemeriksaan. Posisikan pasien agar lampu *alignment longitudinal* searah dengan *midline*, dan

lampu *alignment horizontal* melewati *nasion*. Pasien dipasangkan straps sebagai imobilisasi dan diberi selimut agar tidak kedinginan (Sons, 2014).

e. Protokol pemeriksaan MRI *brain* rutin

1) *Sagittal SE/FSE/incoherent (spoiled) GRE T1*

Setiap irisan digunakan untuk menentukan irisan pada setiap *lobus temporal* ke *lobus temporal* lainnya termasuk area bawah foramen magnum ke atas kepala.

2) *Axial/oblique SE/FSE PD/T2*

Setiap irisan dapat digunakan untuk menentukan dari dari bawah foramen magnum ke permukaan *superior* otak. Proton density dapat diganti menggunakan T2-FLAIR karena dapat membantu ketika diperoleh hasil setelah pemasukan kontras.

3) *Coronal SE/FSE PD/T2*

Digunakan untuk irisan dari *cerebellum* hingga *lobus frontal*.

Untuk protokol pemeriksaan MRI *brain* dengan sekuen tambahan lainnya yaitu:

1) *Axial/oblique IR T1*

Sekuen ini biasanya digunakan untuk pasien anak-anak. Pada pasien yang masih muda, *grey matter* dan *white matter* memiliki waktu relaksasi T1 yang sama, dan CNR diantaranya jaringan tersebut kecil pada sekuen SE T1.

2) *Axial/oblique FLAIR/EPI*

Sekuen ini dapat memberikan akuisis cepat dengan penekanan CSF dan berguna ketika memeriksa lesi *periventricular* atau *cord lesions* seperti *multiple sclerosis*.

3) *Axial/oblique SE/FSEincoheren (spoiled) GRE T1*

Sekuen ini biasanya digunakan untuk penilaian tumor.

4) *SS-FSE T2*

Sekuen ini digunakan untuk pasien tidak kooperatif

5) *Axial 3D incoherent (spoiled) GRE*

Sekuen ini berguna untuk pencitraan dengan resolusi tinggi dari struktur didalam otak.

6) *Axial/oblique GRE/EPI T1/T2*

Sekuen ini sangat peka terhadap magnetik, maka dari itu sekuen ini digunakan untuk mengevaluasi pendarahan dan lebih baik daripada SE dan FSE.

7) *Axial/oblique SE MT*

Sekuen ini meningkatkan visualisasi seperti metastasis, dan tumor tingkat rendah, karena *white matter* dan *grey matter* 30-40% persen dari sinyal ketika sekuen MT digunakan dan CNR antara lesi dan otak disekitarnya akan meningkat.

8) *Axial DWI*

Sekuen ini digunakan untuk mengevaluasi stroke. Jika pada pasien anak-anak digunakan untuk mengevaluasi *hypoxia* dan pola

myelination.

Menurut (Bhargava & Satish, 2018) saat mengevaluasi penyakit neurodegeneratif seperti penyakit parkinson pemeriksaan MRI *brain* rutin digabungkan dengan *Magnetization Prepared Rapid Gradient Echo* (MPGR) *axial* untuk mencari endapan zat besi yang berlebihan, ditambah dengan sekuen sebagai berikut:

1) T1 *sagittal*

Potongan *sagittal* diperoleh jika terdapat lesi yang berada pada ruang terdeteksi terutama di *midline* atau *lobus occipital*.

2) FLAIR *axial*

FLAIR mampu menampakkan perbedaan lesi pada daerah otak dan jaringan disekitarnya.

3) T2 FSE *axial*

Sekuen FSE tampak lebih baik dideteksi pada kekuatan medan magnet yang lebih tinggi pada pemeriksaan MRI *brain* pada pasien penyakit parkinson.

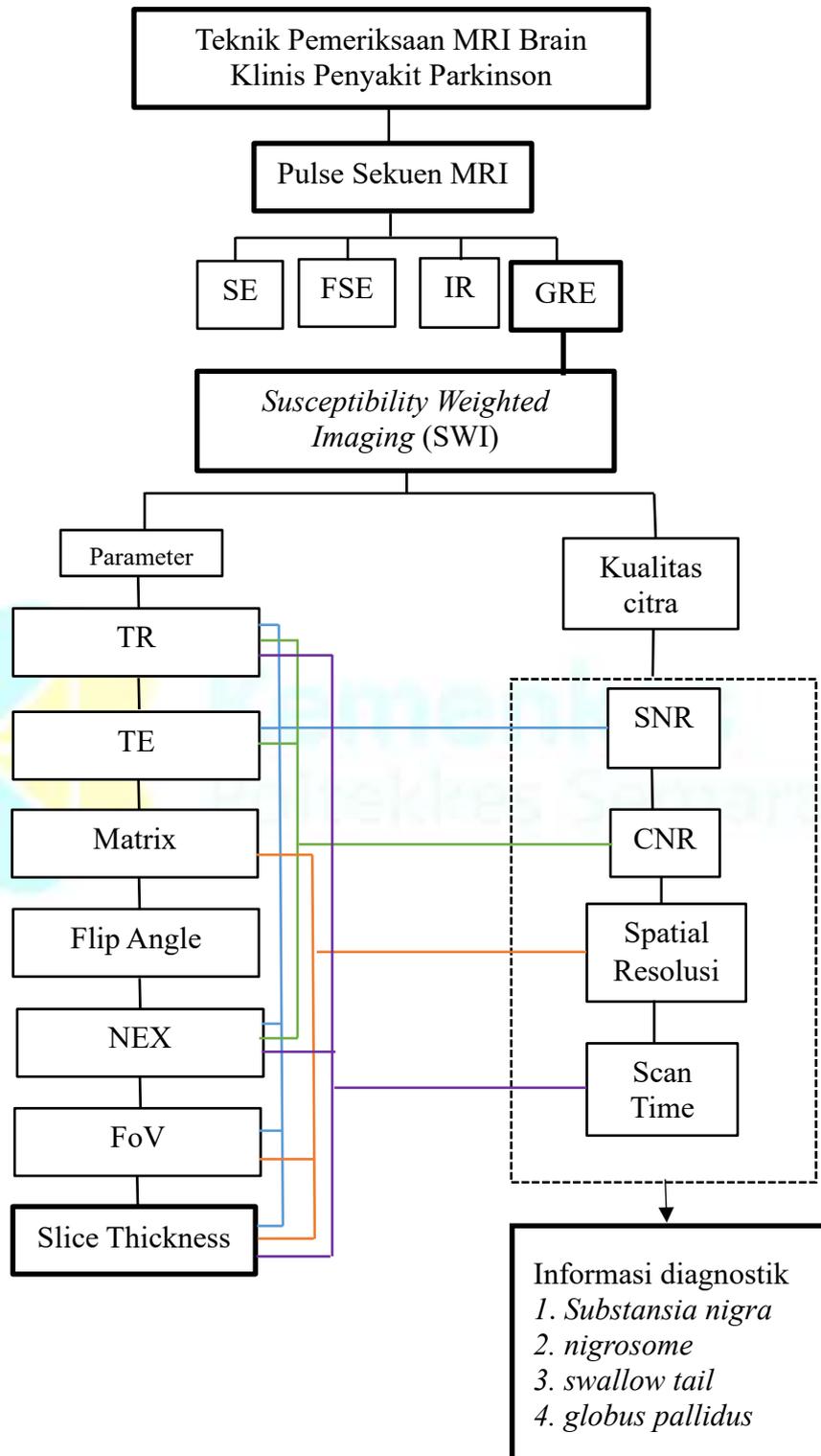
4) DWI *axial* SPGR 3D *coronal* 1,5 mm untuk seluruh otak.

Sekuen DWI dapat memperkirakan difusi air melalui penerapan pulsa gradient medan magnet.

5) T2 FSE *coronal* 3 mm melalui *globus pallidus*.

Melalui *globus pallidus* karena telah berevolusi sebagai target potensial untuk stimulasi otak dalam pada penyakit parkinson.

D. Kerangka Teori



Gambar 2.13 Kerangka Keori

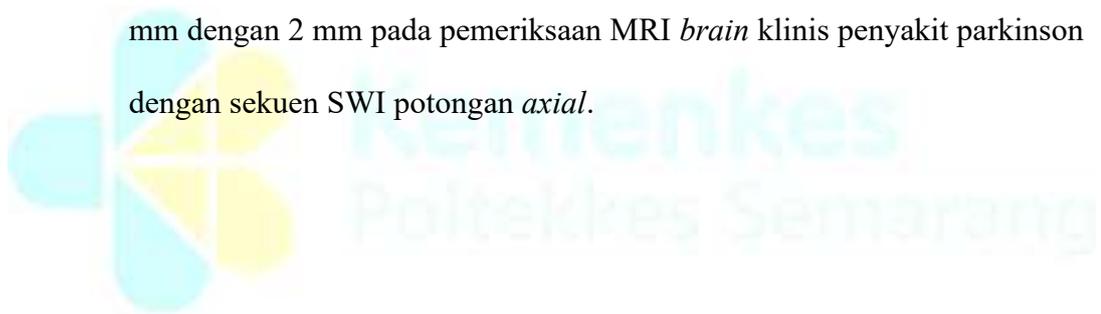
Keterangan :

-  : Tidak dilakukan pengujian
-  : Parameter yang mempengaruhi SNR
-  : Parameter yang mempengaruhi CNR
-  : Parameter yang mempengaruhi spasial resolusi
-  : Parameter yang mempengaruhi *scan time*

E. Hipotesis

H₀: tidak ada perbedaan informasi diagnostik antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dengan 2 mm pada pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson dengan sekuen SWI potongan *axial*.

H_a: ada perbedaan informasi diagnostik antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dengan 2 mm pada pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson dengan sekuen SWI potongan *axial*.



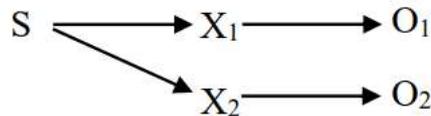
BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian pada skripsi ini adalah penelitian observasional dengan pendekatan *cross sectional* yang bertujuan untuk membedakan informasi diagnostik pada sekuen T2 SWI 2 mm dan T2 SWI 0,9 mm potongan *axial* pada pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson. Penelitian observasional kuantitatif dikenal sebagai penelitian analitik karena dilakukan proses analisis hubungan antara variabel uji (variabel bebas dan variabel terikat) (Notoatmodjo, 2012).

Gambaran desain penelitian yang akan digunakan sebagai berikut:

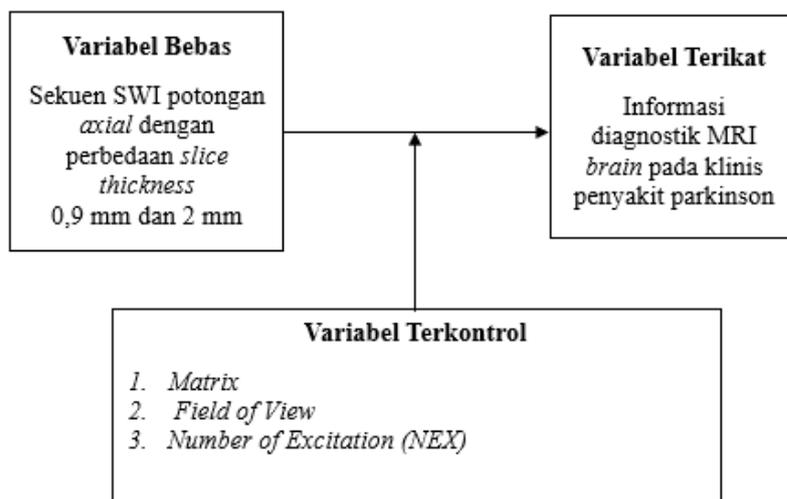


Gambar 3.1 Desain Penelitian

Keterangan:

- S : Subjek penelitian dengan pasien pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit Parkinson.
- X₁ : Perlakuan dengan *slice thickness* 0,9 mm.
- X₂ : Perlakuan dengan *slice thickness* 2 mm.
- O₁ : Hasil penilaian citra anatomi MRI *Brain* Parkinson dengan *slice thickness* 0,9 mm.
- O₂ : Hasil penilaian citra anatomi MRI *Brain* parkinson dengan *slice thickness* 2 mm.

B. Kerangka Konsep



Gambar 3.2 Kerangka Konsep

C. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas (variabel *independent*)

Sekuen SWI potongan *axial* dengan variasi *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm.

2. Variabel terikat (variabel *dependent*)

Variabel terikat dari penelitian ini adalah Informasi diagnostik MRI *brain* pada klinis penyakit parkinson dengan menggunakan sekuen SWI potongan *axial* meliputi anatomi *substansia nigra*, *nigrosome*, *swallow tail*, dan *globus pallidus*

3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol dari penelitian ini adalah *Number of Excitation (NEX)*, *Flip Angle*, *Matrix*, *Field of View*.

D. Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi	Pengukuran	Skala
1.	Variabel bebas <i>Susceptibility weighted imaging (SWI)</i>	SWI merupakan urutan <i>gradient echo</i> dengan frekuensi radio 3D, kompensasi aliran dan frekuensi radio yang memanfaatkan variasi kerentanan antar jaringan.	Melakukan scanning dengan menggunakan sekuen SWI	Ordinal
2.	<i>Slice thickness</i>	<i>Slice thickness</i> merupakan tebalnya irisan atau potongan dari objek yang akan diperiksa.	Melakukan scanning dengan menggunakan <i>slice thickness</i> 0,9 mm dan 2 mm pada sekuen SWI	Nominal
3.	Informasi diagnostik MRI <i>brain</i> dengan Perbedaan <i>slice thickness</i> pada sekuen SWI	Melakukan pengukuran penilaian diagnostik menggunakan kuisioner dengan skor 1,2 dan 3 pada daerah <i>substansia nigra, nigrosome, swallow tail, dan globus pallidus</i>	<p>a. Skor nilai 1 “tidak jelas” bila informasi pada citra dinilai tidak jelas, tidak terbatas tegas, dan observer sulit untuk mengamati</p> <p>b. Skor nilai 2 “kurang jelas” bila informasi pada citra dinilai kurang jelas, terbatas tegas namun kurang jelas batasnya, dan observer harus lebih teliti untuk mengamati.</p> <p>c. Skor nilai 3 “jelas” bila informasi pada citra terlihat jelas terbatas tegas, dan mudah dilihat oleh observer</p>	Ordinal
4.	<i>Number of excitation (NEX)</i>	Merupakan jumlah yang menyatakan berapa kali sinyal dicatat dalam kemiringan fase encoding yang sama (1)		Rasio
5.	<i>Flip angle</i>	Jumlah rotasi yang dialami magnetisasi selama penerapan pulsa radio frekuensi (15)		Rasio
6.	<i>Matrix</i>	Parameter yang terdiri dari baris dan kolom pixel. Resolusi akan lebih baik jika ukuran matrix semakin besar akan tetapi dapat meningkatkan waktu scanning (320x320)		Rasio
7.	<i>Field of View (FOV)</i>	Salah satu parameter dalam MRI yang mungkin disesuaikan oleh radiografer dengan mengatur luas area scanning yang diberikan pada saat pemeriksaan MRI <i>brain</i> (190 mm)		Rasio

E. Waktu dan lokasi penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Februari-Mei 2024 yang bertempat di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta.

F. Populasi dan Sampel

1. Populasi penelitian

Populasi adalah suatu wilayah generalisasi yang terdiri dari objek atau subjek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang di tentukan oleh peneliti untuk dipelajari dan diambil kesimpulannya (Sugiyono, 2019). Populasi dari penelitian ini adalah seluruh pasien yang melakukan pemeriksaan MRI *brain* dengan klinis penyakit parkison.

2. Sampel

Besar sampel keseluruhan yang digunakan dalam penelitian ini dihitung berdasarkan rumus Lemeshow (Notoatmodjo, 2015), sebagai berikut:

$$n = \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}} \times p \times (1-P)}{d}$$

n	= Besar sampel
$Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$	= Nilai z pada o kemaknaan (biasanya 95%=1,96)
P	= Proporsi suatu kasus tertu terhadap populasi bila tidak diketahui proporsinya ditatpkan 50% (0,50)
d	= Penyimpangan populasi yang diinginkan 5% (0,05)

$$n = \frac{1,96 \times 0,5 \times 0,5}{0,05}$$

$$n = 9,8$$

Berdasarkan rumus perhitungan lemeshow diatas didapatkan bahwa sampel dari penelitian ini paling sedikit 10 orang yang masing-masing mendapatkan 2 perlakuan yaitu dengan perbedaan sekuen SWI menggunakan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Marjono Jakarta. Rumus tersebut digunakan karena pasien yang akan melakukan pemeriksaan setiap bulannya tidak dapat diketahui secara pasti, dan pada rumus ini digunakan untuk jumlah 10 sampel dengan tingkat kepercayaan mencapai 95%.

Guna mendapatkan sampel yang relevan dengan penelitian ini, maka dalam proses pengumpulan data peneliti akan menerapkan kriteria inklusi dan eksklusi yaitu:

a) Kriteria inklusi

Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah pasien MRI *brain* klinis penyakit parkinson dengan keluhan sering tremor, otot kaku, gerakan tak disadari, gerakan tubuh lambat, demensia, tubuh gemetar, jalan seok dan lambat.

b) Kriteria eksklusi

Kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah pasien MRI *brain* klinis penyakit parkinson yang menunggu acc dari dokter anastesi, pasien/keluarga pasien yang tidak bersedia menandatangani lembar informasi kesediaan dan pasien dengan *claustrophobia*.

G. Instrumen Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan kuisisioner berupa kriteria dari sekuen SWI potongan *axial* yang akan diisi oleh observer. Kuisisioner berupa form pengisian kejelasan informasi diagnostik yang terdiri dari gambaran *substansia nigra*, *nigrosome*, *swallow tail* dan *globus pallidus*, dimana observer akan mengisi berdasarkan tingkat kejelasan informasi diagnostik dengan angka 1,2, dan 3. Ketentuan pengisian nilai kejelasan informasi diagnostik gambaran *mesencephalon* berdasarkan batas tegas dan kejelasan objek yang telah dijabarkan pada definisi operasional. Alat dan bahan yang digunakan pada saat penelitian ini adalah:

1. Pesawat MRI siemens Vida 3T
2. Console table
3. Head phone
4. DVD penyimpanan data
5. Smart phone untuk dokumentasi
6. Kuisisioner berupa kejelasan informasi diagnostik

H. Metode Pengumpulan Data

1. Observasi

Dalam penelitian ini dilakukan observasi/pengamatan terhadap pasien dengan membandingkan hasil citra informasi diagnostik pada pemeriksaan MRI *brain* sekuen SWI *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm dengan menggunakan variabel kontrol yang telah ditetapkan. Data hasil pemeriksaan didokumentasikan pada CD kosong dengan memberikan kode

angka sebagai pengganti identitas.

2. From kuisisioner

Setelah memperoleh hasil citra MRI *brain*, kemudian dilakukan penilaian dengan menggunakan form kuisisioner yang telah tervalidasi oleh radiolog.

I. Etika penelitian

1. *Informed Consent*

Informed Consent merupakan suatu bentuk kesepakatan antara penulis dengan responden penelitian dengan cara memberikan lembar persetujuan. Pada *Informed Consent* dijelaskan maksud dan tujuan dari penelitian yang akan dilakukan. Calon responden penelitian yang bersedia, harus menandatangani lembar persetujuan. Tetapi jika menolak, maka penulis tidak akan memaksa dan tetap menghormati haknya.

Penelitian dengan menggunakan subjek citra MRI *brain* harus memperhatikan masalah etika dan moral yang meliputi:

a. *Anonymity* (tanpa nama)

Untuk menjaga kerahasiaan identitas subjek pada penelitian ini tidak dicantumkan nama subjek pada lembar permintaan foto, lembar pengumpulan data, hasil radiograf yang diisi subjek, tetapi lembar tersebut hanya diberikan kode tertentu.

b. *Confidentially* (kerahasiaan)

Penelitian ini menjaga kerahasiaan informasi yang diberikan responden dijamin peneliti, hanya kelompok tertentu yang akan dilaporkan sebagai hasil penelitian.

c. *Nonmaleficence* (tidak merugikan)

Penelitian ini pasien tidak akan mendapatkan bahaya/cedera fisik. Prinsip *non maleficence* berarti bahwa tenaga kesehatan dalam memberikan upaya pelayanan kesehatan harus senantiasa dengan niat untuk membantu pasien mengatasi masalah kesehatannya.

d. *Benerficence* (bermanfaat)

Prinsip ini adalah memaksimalkan manfaat dan meminimalkan kerugian. Penelitian ini memberikan manfaat berupa ketepatan *slice thickness* pada pasien parkinson untuk mendapatkan informasi diagnostik yang baik.

e. *Justice* (adil dan tidak membeda-bedakan)

Penelitian ini tidak membeda-bedakan sampel. Semua sampel mendapatkan perlakuan yang sama sebelum, selama, dan sesudah penelitian. Semua sampel mendapatkan intervensi sesuai dengan tujuan penelitian. Peneliti juga tidak membeda-bedakan sampel berdasarkan agama, suku, dan budaya, serta status sosial ekonomi.

f. *Ethical Clearance*

Ethical Clearance akan diajukan ke Komite Etik Penelitian Kesehatan Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr Mahar Mardjono Jakarta.

J. Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

1. Tahap pembuatan instrumen

Membuat instrument penelitian kemudian dilakukan uji validitas terhadap instrumen yang telah dibuat. Validitas instrument penelitian ini dilakukan oleh dokter spesialis radiologi yang telah berpengalaman dalam bidang MRI.

2. Tahap persiapan pasien

- a. Jika pasien setuju untuk menjadi bagian dari penelitian dan memenuhi syarat inklusi, pasien/keluarga pasien diberikan penjelasan seputar penelitian kemudian diminta untuk menandatangani surat pernyataan ketersediaan menjadi pasien pada pemeriksaan MRI *brain*. Waktu pemeriksaan kurang lebih 30 (tiga puluh menit) di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta sesuai dengan form permintaan foto dan *inform consent* persiapan pemeriksaan MRI.
- b. Pasien dilakukan pencocokan nama, alamat, tempat dan tanggal lahir, dan nomor rekam medis.
- c. Keluarga pasien diminta untuk membantu pasien melakukan persiapan pemeriksaan MRI *brain*:
 - 1) Pasien diminta untuk berkemih terlebih dahulu supaya kandung kemih kosong.
 - 2) Pasien diminta untuk melepaskan semua benda yang mengandung logam yang dapat mengganggu hasil citra, dan mengganti pakaian pasien dengan baju pasien yang telah disediakan.

d. Persiapan Alat dan Bahan

- 1) Pesawat MRI Siemens VIDA 3T
- 2) Head coil
- 3) Earplug
- 4) *softbag*
- 5) Headphone
- 6) Selimut

3. Teknik Pemeriksaan MRI *brain*

a. Posisi pasien

Pasien supine diatas meja pemeriksaan (*head first*), tangan berada disamping tubuh. Pasien diberi selimut untuk kenyamanan pasien.

b. Posisi objek

Pasien diposisikan dengan kepala berada pada *head coil* dengan *central point* berada pada pertengahan *glabella* dan kedua tangan berada disamping tubuh dengan tambahan *body strap*. Pasien dipasangkan *ear plug* pada telinga pasien. Lalu dipasangkan *head coil* dan *softbag* sebagai pengganjal untuk mengurangi pergerakan dari pasien.

4. Tahap pembentukan citra

Untuk 3 pasien yang datanya diambil secara prospektif dilakukan langkah-langkah pemeriksaan sebagai berikut:

- a. Setiap pasien dilakukan registrasi data pasien dengan memilih *add new patient*, mengisi nama, berat badan, tinggi badan, posisi pasien dipilih *head first*, *institution name*, dokter penanggung jawab pasien (DPJP),

dan radiografer yang bertugas. Kemudian tekan exam.

- b. *Diffusion Weighted Imaging (DWI) transversal, T2 Turbo Inversion Recovery Magnitude (TIRM), Fluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR) transversal, T2 Turbo Spin Echo (TSE) axial, T2 Turbo Spin Echo (TSE) coronal, T1 Magnetization Prepared Rapid Gradient Echo (MPRAGE), Arterial Spin Labeling (ASL), dan T2 susceptibility weighted imaging (SWI) 2 mm axial* dan sekuen tambahan untuk penyakit parkinson *T2 SWI axial 0,9 mm.*

Terdapat parameter sekuen SWI yang digunakan untuk pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson pada Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta sebagaimana dijelaskan pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Parameter SWI RS PON

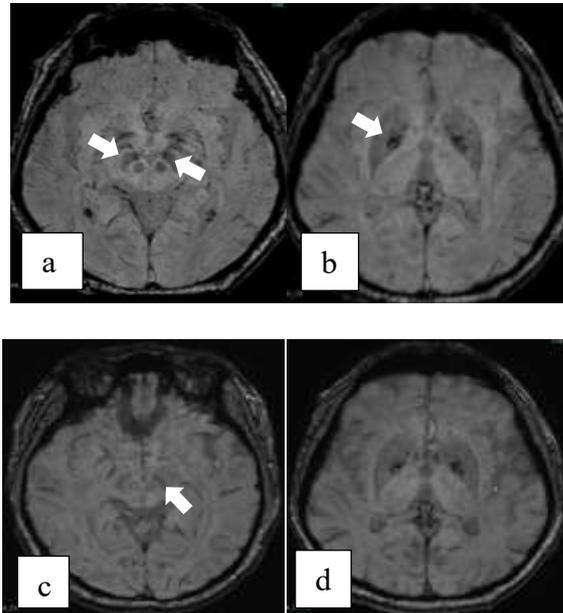
Parameter SWI	0,9 mm	2 mm
<i>TR</i>	38.0 ms	30.0 ms
<i>TE</i>	21.40 mm	20.00 ms
<i>Scan time</i>	2:32	1:50
<i>Slice thickness</i>	0.9 mm	2 mm
<i>Matrix size</i>	320x320	320x320
<i>Voxel</i>	0.8x0.8x0.9	0.6x0.6x2
<i>Flip angle</i>	15	15
<i>FoV</i>	190mm	220mm
<i>Dimension</i>	3D	3D

Semua pasien dalam penelitian ini yang melakukan pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson menggunakan parameter yang sama dan tidak ada perubahan parameter.

- c. Kemudian dilakukan filming dan dikirim ke *synape* sesuai protokol yang telah ditetapkan.
- d. Post pemeriksaan pasien dikeluarkan dari *gantry* dengan menekan tombol home yang terdapat pada *gantry*.
- e. *Head coil*, *softbag* dan *ear plug* yang masih terpasang pada pasien dilepas.
- f. Kartu untuk pengambilan hasil diberikan kepada keluarga pasien.

Untuk 7 pasien yang datanya diambil secara retrospektif dilakukan langkah-langkah pengambilan citra sebagai berikut:

- a. *Login* pada komputer kemudian klik type app, klik worklist
- b. Kemudian ketik nomor RM pasien pada kolom pencarian
- c. Setelah muncul cari hasil citra dari sekuen T2 SWI 0,9 mm dan T2 SWI 2 mm, kemudian hasil citra yang diperoleh dipindahkan ke CD
- d. Untuk dilakukan penilaian informasi diagnostik oleh dokter, sampel yang diambil masing-masing 2 (dua) potongan dari *slice thickness* 0,9 mm dan 2 (dua) potongan dari *slice thickness* 2 mm yang menampakkan anatomi *substansia nigra*, *nigrosome*, *swallow tail*, dan *globus pallidus*.



Gambar 3.3 Anatomi MRI *brain parkinson axial*
 (a) *substantia nigra* dan *nigrosome*,
 (c) *swallow tail*, (b) *globus pallidus* (tanda panah)

- e. Kemudian dilakukan tahap penilaian citra oleh masing-masing responden.
5. Tahap penilaian citra
- Pada tahap pertama diawali dengan mempersiapkan kuisioner yang diberikan kepada tiga responden yang berpengalaman minimal 5 tahun dalam bidang MRI untuk melakukan pengamatan dan penilaian citra.
 - Hasil citra disimpan pada CD/DVD, kemudian pada saat dilakukan penilaian oleh responden, hasil citra dimasukkan ke *word* dan ditampilkan dilaptop untuk diberi penilaian oleh responden.
 - Responden dimohon untuk mengamati kejelasan informasi diagnostik diagnostik pada daerah *substantia nigra*, *nigrosome*, *swallow tail*, *globus padillus*.

K. Metode Analisis Data

Data yang telah terkumpul selanjutnya dilakukan analisis yaitu:

1. Pengolahan dan Analisis Data Terhadap Perbedaan Informasi Diagnostik MRI *Brain* Klinis Penyakit Parkinson dengan Variasi *Slice Thickness* Sekuen SWI Potongan *Axial*

Hasil citra MRI *brain* sekuen SWI dengan variasi *slice thickness* 2 mm dan 0,9 mm yang telah dikumpulkan dari 3 observer yaitu dokter spesialis radiologi. Untuk menentukan tingkat kesepakatan atau reliabilitas maka hasil penilaian ketiga observer dilakukan uji *Cohen's Kappa*. Nilai kappa yang diharapkan sebesar 0,61 - 0,80 dengan kesepakatan baik (*good*). Kemudian dilakukan *uji wilcoxon*. *Uji wilcoxon* merupakan uji non-parametrik untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antara dua sampel dependen yang berpasangan atau berkaitan. Uji *wilcoxon* digunakan untuk signifikansi perbedaan antar 2 kelompok data berpasangan berskala ordinal, data bersifat non parametrik, data berpasangan, dan terdiri dari dua kelompok sampel yaitu hasil citra *slice thickness* dengan potongan 0,9 mm dan *slice thickness* 2 mm pada sekuen SWI.

Hasil *uji wilcoxon* ditentukan dengan mengetahui nilai sig (2-tailed). Jika $\alpha < \rho$ value, maka keputusan hipotesis adalah menerima H_a menolak H_0 artinya, Jika ρ value $< 0,05$, maka ada perbedaan antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dengan 2 mm. jika keputusan hipotesis menerima H_0 menolak H_a dan p value $> 0,05$ maka tidak ada perbedaan antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dengan 2 mm.

2. Pengolahan dan Analisis Data Terhadap Informasi Diagnostik yang Paling Tepat Untuk Menampakkan Informasi Diagnostik MRI *Brain* Klinis Penyakit Parkinson dengan Variasi *Slice Thickness* Sekuen SWI Potongan *Axial*

Untuk menentukan nilai informasi diagnostik yang terbaik pada MRI *brain* klinis penyakit parkinson menggunakan sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm dilihat pada nilai *mean rank* tertinggi dari hasil uji statistik wilcoxon yang telah dilakukan.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian telah dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta untuk mengetahui perbedaan informasi diagnostik antara penggunaan sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm pada pemeriksaan MRI *brain* irisan *axial* dengan klinis penyakit parkinson menggunakan pesawat MRI SIEMENS VIDA 3T. Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil:

1. Deskripsi Karakteristik sampel

Penelitian dilakukan terhadap 10 pasien yang datang untuk dilakukan pemeriksaan MRI *brain* dengan klinis penyakit parkinson. Karakteristik sampel berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat dari tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 Deskripsi karakteristik sampel berdasarkan jenis kelamin

Jenis kelamin	Frekuensi	Prosentase
Laki-laki	8	60%
Perempuan	2	20%
Total	10	100%

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diketahui karakteristik sampel pasien berdasarkan jenis kelamin terdiri dari pasien 8 pasien (80%) berjenis kelamin laki-laki dan 2 pasien (20%) berjenis kelamin perempuan.

Tabel 4.2 Deskripsi sampel berdasarkan umur

Umur	N (jumlah)	Prosentase
50-60	2	20 %
61-70	4	40 %
71-80	4	40%
Total	10	100%

Berdasarkan tabel 4.2 dapat diketahui bahwa dalam penelitian ini menggunakan pasien berumur antara 50-60 tahun sebanyak 2 pasien (20%), pasien dengan umur antara 61-70 tahun sebanyak 4 pasien (40%), pasien berumur antara 71-80 tahun sebanyak 4 pasien (40%).

2. Deskripsi Karakteristik Responden

Hasil citra yang telah didapatkan setelah dilakukan scanning MRI *brain* dengan sekuen SWI *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm potongan *axial* dan dikerjakan menggunakan MRI SIEMENS VIDA 3 Tesla. Subjek pada penelitian ini adalah 3 responden (Dokter Spesialis Radiologi) yang berpengalaman dalam membaca hasil citra MRI *brain* pada klinis parkinson. Adapun kriteria inklusi responden dalam penelitian ini yaitu:

Tabel 4.3 Tabel karakteristik responden

Responden	Lama Kerja	Jabatan
1	10 tahun	Dokter Spesialis Radiologi RS PON Jakarta Kepala Instalasi Radiologi RS PON Jakarta.
2	10 tahun	Dokter Spesialis Radiologi RS PON Jakarta
3	6 tahun	Dokter Spesialis Radiologi RS PON Jakarta

Responden mengisi kuesioner berupa tabel penilaian citra dengan *system scoring*. Anatomi yang dinilai oleh responden meliputi *substansia nigra*, *nigrosome*, *swallow tail*, dan *globus pallidus*. Responden mengisi kuesioner menggunakan *system scoring* (skor 1 = tidak jelas, skor 2 = kurang jelas, skor 3 = jelas).

3. Karakteristik Parameter

Penelitian ini menggunakan parameter terkontrol antara kedua *slice thickness* pada sekuen SWI sebagaimana dijelaskan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Parameter Sekuen

Parameter	Slice thicknes 0,9 mm	Slice thickness 2 mm
TR	38.0 ms	30.0 ms
TE	21.40 mm	20.00 ms
Scan time	2:32	1:50
Matrix	320x320	320x320
Voxel	0.8x0.8x0.9	0.6x0.6x2
<i>FoV</i>	190mm	220mm
Flip Angle	15 derajat	15 derajat

Berdasarkan tabel 4.4 diatas merupakan variabel terkontrol meliputi TR, TE, *Scan Time*, *Matrix*, *Voxel*, *FoV* dan *Flip Angle* pada sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 dan *slice thickness* 2 mm. variabel bebas meliputi *slice thickness*. Parameter diatas digunakan pada seluruh pasien yang menjadi subjek dalam penelitian ini.

4. Deskripsi Hasil Penelitian

Hasil penilaian informasi anatomi *substansia nigra*, *nigrosome*, *swallow tail*, dan *globus pallidus* pada sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm oleh tiga responden kemudian ditabulasikan kedalam microsoft excel untuk mempermudah dalam mendeskripsikan hasilnya. Hasil tabulasi data nilai kuisioner dari responden sebagaimana dijelaskan pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil penilain informasi diagnostik anatomi secara keseluruhan responden.

	<i>Slice thickness 0,9 mm</i>			<i>Slice thickness 2 mm</i>		
	1	2	3	1	2	3
1	12	12	12	11	10	11
2	11	11	10	10	9	10
3	12	12	12	10	10	10
4	12	12	11	9	12	9
5	12	11	11	10	9	10
6	12	12	12	9	10	9
7	12	11	10	9	9	9
8	12	12	12	11	9	10
9	12	12	12	10	8	8
10	10	10	10	9	8	9
Jumlah	117	115	112	98	94	95

Tabel 4.5 diatas merupakan hasil penilaian yang telah didapatkan dari penilaian responden 1, 2 dan 3 terhadap hasil citra MRI *brain* dengan sampel sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm didapatkan skor tertinggi 12 dan skor terendah 10. Pada sekuen SWI dengan *slice thickness* 2 mm didapatkan skor tertinggi 12 dan skor terendah 8. Diantara penggunaan sekuen SWI tersebut dengan menggunakan *slice thickness* 0,9 lebih baik secara keseluruhan.

Untuk mengetahui tingkat kesepakatan atau tingkat persamaan persepsi dari penilaian ketiga reponden terhadap penelitian, hasil kuisisioner dari ketiga responden terlebih dahulu dilakukan analisis uji statistik *cohen's kappa (reability inter observer)*.

a. Hasil Uji Korelasi Kesepakatan Responden

Hasil citra MRI *Brain* pada sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm telah didapatkan dan dilakukan penilaian oleh ketiga

responden, kemudian dianalisa menggunakan metode statistic menggunakan SPSS. Tujuan dari uji *Cohen's Kappa* yaitu untuk melihat korelasi kesepakatan dari hasil kuesioner dari ketiga responden berikut merupakan hasil Uji Cohen's kappa pada penilaian informasi anatomi:

Tabel 4.6 Hasil uji kappa antar responden

Penilaian Responden	<i>Slice thickness</i>	<i>Measure of Agreement</i>	Keterangan
Responden 1 dan 2	SWI 0,9 mm SWI 2 mm	0,691	Kesepakatan Baik
Responden 1 dan 3	SWI 0,9 mm SWI 2 mm	0,633	Kesepakatan Baik
Responden 2 dan 3	SWI 0,9 mm SWI 2 mm	0,680	Kesepakatan Baik

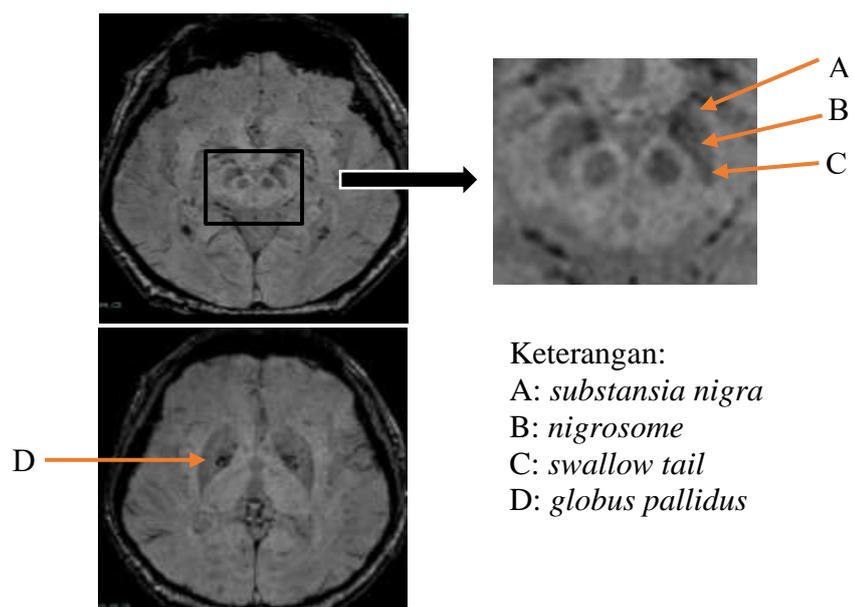
Berdasarkan uji kappa yang telah dilakukan dapat dilihat value kappa pada ketiga responden yang menunjukkan antara responden 1 dan 2 sebesar 0,691, responden 1 dan 3 sebesar 0,633 dan antara responden 2 dan 3 sebesar 0,680. Dapat dinyatakan bahwa hasil yang memiliki presepsi paling baik yaitu responden 1 dan 2 dengan value kappa sebesar 0,691. Karena presepsi yang paling baik dari responden 1 dan 2, maka kedua responden tersebut dipilih salah satu untuk dilakukan pengolahan data. Responden yang akan dipilih berdasarkan dari pengalaman kerja dan lama kerja maka data kuisisioner yang dipakai yaitu dari responden satu (R1). Selain dipilih berdasarkan pengalaman kerja dan lama kerja Responden 1 dipilih karena menjabat sebagai Kepala Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr Mahar Mardjono Jakarta.

b. Perbedaan Informasi Diagnostik MRI *Brain* Klinis Penyakit Parkinson Variasi *Slice Thickness* sekuen SWI Potongan *Axial*

Hasil penilaian per organ yang telah diuji menggunakan uji wilcoxon masing-masing *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm dari hasil penilaian Responden 1 yang dipilih berdasarkan kriteria yang telah yang telah ditentukan.

Tabel 4.7 Data rekapitulasi informasi anatomi Responden 1

Pasien	<i>Slice thickness 0,9 mm</i>					<i>Slice thickness 2 mm</i>				
	A	B	C	D	total	A	B	C	D	total
1	3	3	3	3	12	3	3	3	2	11
2	3	3	2	3	11	2	3	3	2	10
3	3	3	3	3	12	2	3	3	2	10
4	3	3	3	3	12	2	2	2	3	9
5	3	3	3	3	12	3	2	2	3	10
6	3	3	3	3	12	3	2	1	3	9
7	3	3	3	3	12	3	2	1	3	9
8	3	3	3	3	12	3	3	3	2	11
9	3	3	3	3	12	2	3	3	2	10
10	3	3	2	2	10	2	2	2	3	9
Rerata	3	3	2,8	2,9	117	2,5	2,5	2,3	2,5	98



Gambar 4.1 Anatomi citra yang dinilai oleh responden (tanda panah)

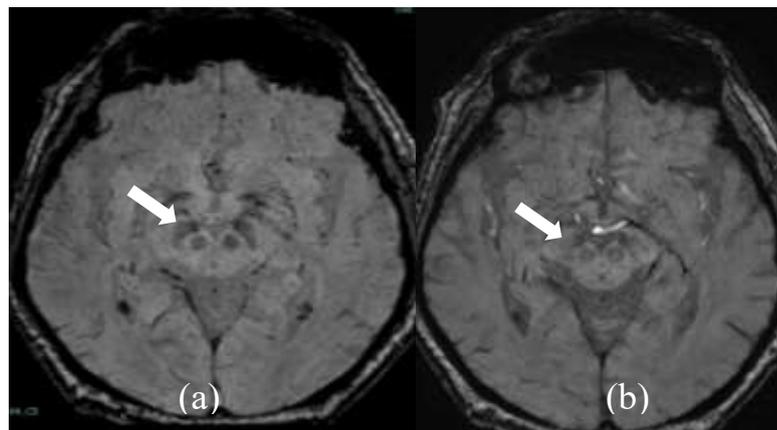
Uji wilcoxon dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan informasi diagnostik pada setiap anatomi yang dinilai pada sekuen SWI dengan penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm mendapatkan hasil sebagai berikut:

1. Hasil Uji Wilcoxon pada *substansia nigra* pada sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm.

Tabel 4.8 Hasil uji wilcoxon pada *substansia nigra*

No	Informasi diagnostik	p-value	keterangan
1	<i>Substansia nigra</i> (0,9 mm)	0,025	Ada beda
2	<i>Substansia nigra</i> (2 mm)		

Berdasarkan hasil uji statistik non parametrik wilcoxon menggunakan SPSS pada tabel 4.8 menyatakan bahwa tingkat kemaknaan (signifikan) p value = 0,025 hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada informasi diagnostik antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm pada sekuen SWI pada klinis penyakit parkinson.



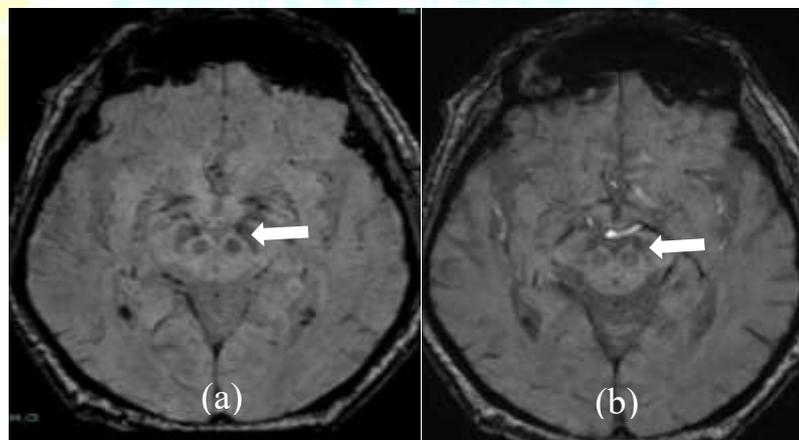
Gambar 4.2 Citra MRI Brain anatomi *substansia nigra* potongan *axial* (tanda panah)
 (a) *slice thickness* 0,9 mm, (b) *slice thickness* 2 mm

2. Hasil Uji Wilcoxon pada *nigrosome* pada sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm.

Tabel 4.9 Hasil uji wilcoxon pada *nigrosome*

No	Informasi diagnostik	p-value	keterangan
1	<i>Nigrosome</i> (0,9 mm)	0,025	Ada beda
2	<i>Nigrosome</i> (2 mm)		

Berdasarkan hasil uji statistik non parametrik wilcoxon menggunakan SPSS pada tabel 4.9 menyatakan bahwa tingkat kemaknaan (signifikan) p-value = 0,025 hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada informasi diagnostik antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm pada sekuen SWI pada klinis penyakit parkinson.



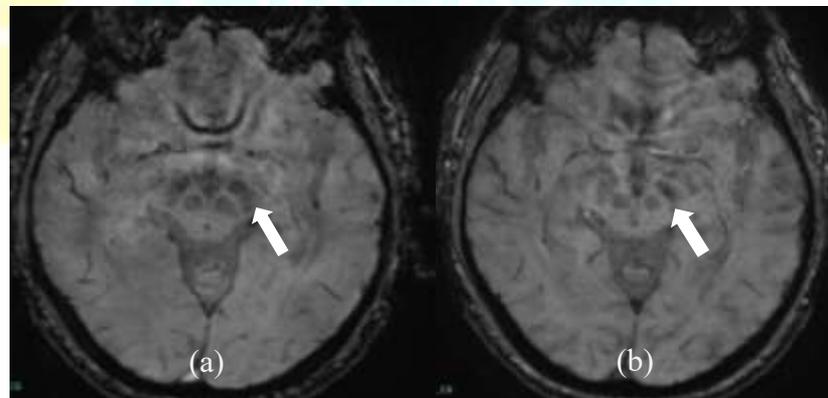
Gambar 4.3 Citra MRI Brain anatomi *nigrosome* potongan *axial* (tanda panah)
(a) *slice thickness* 0,9 mm, (b) *slice thickness* 2 mm

3. Hasil Uji Wilcoxon pada *swallow tail* pada sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm.

Tabel 4.10 Hasil uji wilcoxon pada *swallow tail*

No	Informasi diagnostik	P-value	keterangan
1	<i>Swallow tail</i> (0,9 mm)	0,038	Ada beda
2	<i>Swallow tail</i> (2 mm)		

Berdasarkan hasil uji statistik non parametrik wilcoxon menggunakan SPSS pada tabel 4.10 menyatakan bahwa tingkat kemaknaan (signifikan) p-value = 0,038 hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada informasi diagnostik antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm pada sekuen SWI pada klinis penyakit parkinson.



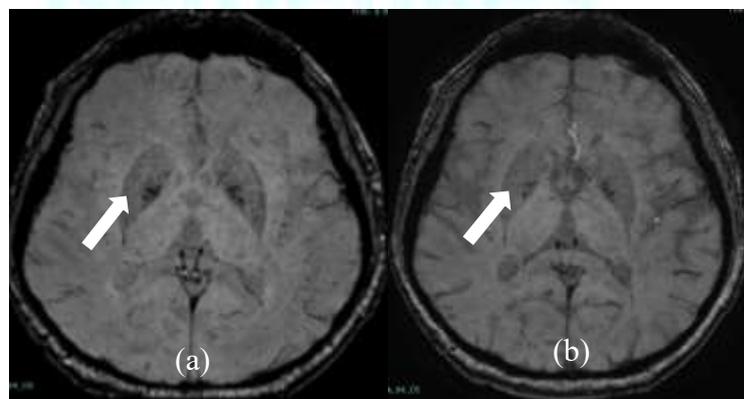
Gambar 4.4 Citra *MRI Brain* anatomi *swallow tail* potongan *axial* (tanda panah)
(a) *slice thickness* 0,9 mm, (b) *slice thickness* 2 mm

4. Hasil Uji Wilcoxon pada *globus pallidus* pada sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm.

Tabel 4.11 Hasil uji wilcoxon pada *globus pallidus*

No	Informasi diagnostik	p-value	keterangan
1	<i>Globus pallidus</i> 0,9 mm	0,180	Tidak ada beda
2	<i>Globus pallidus</i> (2mm)		

Berdasarkan hasil uji statistik non parametrik wilcoxon menggunakan SPSS pada tabel 4.11 menyatakan bahwa tingkat kemaknaan (signifikan) p-value = 0,180 hal ini menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan pada informasi diagnostik antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm pada sekuen SWI pada klinis penyakit parkinson.



Gambar 4. 5 Citra *MRI Brain* anatomi *globus pallidus* potongan *axial* (tanda panah)
(a) *slice thickness* 0,9 mm, (b) *slice thickness* 2 mm

Hasil uji wilcoxon informasi diagnostik secara keseluruhan organ pada sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm dari hasil penilaian Responden 1 yang dipilih sebagaimana dijelaskan pada tabel 4.6

Tabel 4.12 Hasil uji wilcoxon anatomi secara keseluruhan

No	<i>Slice thickness</i>	p-value	Keterangan
1	<i>Slice thickness 0,9 mm</i>	0,001	Ada beda signifikan
2	<i>Slice thickness 2 mm</i>		

Tabel 4.12 merupakan hasil uji wilcoxon keseluruhan anatomi dengan nilai signifikan $p\text{-value} = 0,001 < (0,005)$ yang artinya H_0 ditolak dan H_a diterima, yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada informasi anatomi antara *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm sekuen SWI pada pemeriksaan MRI *brain*.

Hasil rekap uji wilcoxon pada informasi diagnostik pada sekuen T2 SWI 2 mm dan T2 SWI 0,9 mm sebagaimana dijelaskan pada tabel 4.13

Tabel 4.13 Rekapitulasi uji wilcoxon

Anatomi	p-value	Keterangan
<i>Substansia nigra</i>	0,025	Ada beda
<i>Nigrosome</i>	0,025	Ada beda
<i>Swallow Tail</i>	0,038	Ada beda
<i>Globus Pallidus</i>	0,180	Tidak Ada Beda

c. *Slice Thickness* yang Paling Tepat dalam Menampakkan Informasi Diagnostik Citra MRI *Brain* Klinis Penyakit Parkinson Dengan Variasi *Slice Thickness* Sekuen SWI Potongan Axial

Penelitian yang telah dilakukan mengenai perbedaan informasi diagnostik pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson menggunakan sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm dianalisis dengan melihat *mean rank* untuk mengetahui *slice thickness*

yang lebih optimal dalam menghasilkan informasi diagnostik. Nilai *mean rank* yang lebih tinggi menunjukkan *slice thickness* tersebut lebih baik.

Tabel 4.14 Hasil *mean rank* uji wilcoxon pada informasi diagnostik antara *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm pada sekuen SWI.

No	Anatomi	<i>Slice thickness</i>	<i>Mean rank</i>
1	<i>Substansia nigra</i>	0,9 mm	3.00
		2 mm	0.00
2	<i>nigrosome</i>	0,9 mm	3.00
		2 mm	0.00
3	<i>Swallow tail</i>	0,9 mm	3.00
		2 mm	0.00
4	Globus pallidus	0,9 mm	3.00
		2 mm	3.00

Berdasarkan tabel 4.14 hasil *mean rank* menunjukkan bahwa *slice thickness* 0,9 mm memiliki nilai yang lebih tinggi dalam memvisualisasikan anatomi *substansia nigra*, *nigrosome*, dan *swallow tail* dengan nilai tertinggi 3,00 dan nilai terendah 0,00. Sedangkan pada anatomi *globus pallidus* memiliki nilai *mean rank* yang sama antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm pada sekuen SWI yaitu dengan nilai *mean rank* sebesar 3,00 yang artinya tidak ada beda antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm.

Tabel 4.15 Hasil uji *mean rank* wilcoxon pada keseluruhan anatomi

Anatomi	<i>Slice Thickness</i> 0,9 mm	<i>Slice Thickness</i> 2 mm
Keseluruhan anatomi	10.55	9.50

Berdasarkan tabel 4.15 dapat diketahui bahwa nilai *mean rank* menunjukkan bahwa sekuen T2 SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm lebih optimal dalam memperlihatkan informasi diagnostik.

B. Pembahasan

Penelitian dilakukan pada 10 (sepuluh) pasien pemeriksaan MRI *brain* di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta. Sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm menjadi protokol rutin dalam pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan informasi diagnostik dan mengetahui *slice thickness* yang paling tepat dalam menampakkan informasi diagnostik MRI *brain* klinis penyakit parkinson dengan variasi *slice thickness* sekuen SWI potongan *axial*. Penilaian citra dilakukan oleh 3 (tiga) responden yaitu dokter spesialis Radiologi. Berikut pembahasan informasi diagnostik yang dihasilkan:

1. Perbedaan informasi diagnostik pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson dengan variasi *slice thickness* sekuen SWI potongan *axial*.

Informasi diagnostik yang dinilai dalam penelitian ini adalah *substansia nigra*, *nigrosome*, *swallow tail*, dan *globus pallidus*. Berdasarkan hasil uji wilcoxon untuk keseluruhan anatomi yang telah dilakukan nilai signifikan p value = 0,001 atau $p < 0,05$ yang berarti H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya ada perbedaan yang signifikan pada informasi diagnostik antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dengan *slice thickness* 2 mm sekuen SWI pada pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson.

Hasil uji wilcoxon pada informasi diagnostik per organ juga terdapat

perbedaan secara signifikan yaitu pada tiga kriteria anatomi *substansia nigra* diperoleh nilai p-value sebesar 0,025 ($p < 0,05$), p-value untuk *nigrosome* diperoleh nilai sebesar 0,025 ($p < 0,05$), p-value untuk *swallow tail* diperoleh nilai sebesar 0,038 ($p < 0,05$) dan p-value untuk *globus pallidus* diperoleh nilai sebesar 0,180 ($p > 0,05$). Dilihat dari nilai uji wilcoxon masing-masing anatomi artinya pada *substansia nigra*, *nigrosome*, dan *swallow tail* menunjukkan ada perbedaan informasi anatomi antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm pada sekuen SWI. Sedangkan pada area *globus pallidus* menunjukkan tidak ada perbedaan informasi anatomi antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm pada sekuen SWI.

Pada penelitian ini pasien dengan jenis kelamin laki-laki lebih banyak karena penyakit parkinson memang sering diderita oleh pria, karena pria lebih sering bekerja di lingkungan yang terpapar racun. (Telarović, 2023). Penyakit parkinson juga sering terjadi pada usia tua hal tersebut bisa saja disebabkan oleh penurunan aktivitas dopaminergik yang berkaitan dengan usia. Perubahan seluler dan molekuler akibat penuaan berinteraksi dengan gen dan faktor lingkungan untuk menentukan sel yang berhasil menua dan sel yang mengalami degenerasi saraf. Perubahan terkait usia lainnya termasuk penurunan striatal tirosin hidroksilase dan dopamin, penurunan jumlah neuron berpigmen *substansia nigra*, dan penurunan kepadatan reseptor dopamin (Hindle, 2014).

Sekuen SWI yang digunakan pada penelitian ini dapat

menampakan anatomi pasien dengan klinis penyakit parkinson yang terjadi karena adanya peningkatan kandungan zat besi yang *substansia nigra* dapat menunjukkan fase awal penyakit parkinson. peningkatan kandungan zat besi tersebut dapat lihat menggunakan pemeriksaan MRI dengan sekuen SWI. Selain itu, penyakit parkinson dikaitkan dengan hilangnya sel saraf pada jalur *dopaminergic striatonigral*. (Lehericy dkk, 2017). Mendiagnosa penyakit parkinson juga dapat dilihat dari gambaran *nigrosome*, gambaran *nigrosome* normal akan membentuk *swallow tail*. Jika tampilan *nigrosome* dan *swallow tail* tersebut lebih hiperintens dapat didiagnosa penyakit parkinson (Maulidiana, 2023).

Penyakit parkinson dapat didiagnosa menggunakan sekuen SWI karena memiliki kerentanan magnetik dari berbagai senyawa termasuk darah, sumber kontras baru pada MR, kalsium dan zat besi (lehericy, dkk, 2017). Perbedaan informasi diagnostik antara *slice thickness* 0,9 mm dengan 2 mm pada sekuen SWI disebabkan oleh ketebalan *slice thickness* yang berbeda. *Slice thickness* yang tipis akan memberikan resolusi spasial lebih tinggi dan memungkinkan visualisasi struktur detail yang dihasilkan akan lebih tinggi. *Slice thickness* yang tebal dapat menutupi volume jaringan yang lebih besar namun dapat mengakibatkan resolusi spasial yang lebih rendah serta detail yang dihasilkan akan lebih halus (Bradley dan Glenn, 2014). *Slice thickness* 0,9 mm dapat mengurangi efek volume parsial, dimana satu voxel dapat mencakup beberapa jenis jaringan. Namun *slice thickness* yang lebih tipis cenderung memiliki SNR yang lebih rendah

karena sinyal tersebar dalam volume yang lebih kecil, hal ini dapat mengakibatkan noise yang relatif lebih tinggi pada hasil citra yang dapat memengaruhi kejelasan detail (Maulidiana, 2023). *Slice thickness* yang tebal akan meningkatkan SNR karena sinyal dikumpulkan dari volume yang lebih besar, kemudian menyebabkan resolusi spasial yang kurang baik dan rentan terhadap efek volume parsial, dimana detail akan menjadi kabur atau tidak jelas karena jaringan yang terdapat dalam satu voxel (Eung Yeop, 2019). *Slice thickness* 0,9 mm pada sekuen SWI memiliki TR yang lebih panjang dibandingkan *slice thickness* 2 mm. Penggunaan *slice thickness* tipis dapat memengaruhi SNR. SNR akan turun kemudian resolusi spasial akan naik. TR yang panjang dan *slice thickness* yang tipis dapat menyebabkan waktu scanning yang lama, karena TR menentukan jumlah relaksasi longitudinal yang terjadi antara akhir satu pulsa RF dan penerapan berikutnya (Westbrook dan Talbot, 2019). Semakin tipis *slice thickness* yang digunakan waktu pemeriksaan akan menambah waktu scanning. Semakin lama waktu scanning maka kesempatan pasien bergerak akan semakin besar yang akan menimbulkan *motion artefak*. Pergerakan sedikit dari pasien dapat menurunkan kualitas citra (Rani, 2016).

Parameter yang digunakan pada Rumah Sakit PON memiliki perbedaan terhadap kedua *slice thickness*. Pada sekuen SWI memiliki hubungan yang kompleks yang saling memengaruhi dalam menentukan kualitas gambar yang dihasilkan. TE yang lebih panjang dapat

meningkatkan sensitivitas kontras SWI, karena memungkinkan lebih banyak sinyal dari jaringan dengan suseptibilitas magnetik tinggi untuk ditangkap. TR yang lebih panjang dapat menyebabkan SNR menjadi turun dan menambah waktu akuisisi, tetapi dapat menaikkan kontras SWI (Setiabudi dkk, 2015).

Slice thickness 0,9 mm pada sekuen SWI memiliki kelebihan yaitu dapat memungkinkan untuk melihat kelaianan anatomi parkinson, sekaligus melihat sistem saraf (*system neurologys*) lebih jelas serta detail yang lebih tinggi, mengetahui informasi lebih akurat kelainan yang terjadi dalam otak (Maulidiana, 2023). *Slice thickens* 2 mm dapat memberikan informasi diagnostik untuk mengidentifikasi penyakit parkinson dimana gambar di tandai *hypointens* pada daerah *substansia nigra* dan *hyperintens* pada daerah *nigrosome* (Eung Yeop, dkk 2019). *Substansia nigra* secara alami menarik kandungan zat besi lebih tinggi daripada daerah otak lainnya, artinya zat besi bisa menarik medan magnet yang kemudian menyebabkan sinyal SWI lebih rendah (*hypointens*). Sedangkan *nigrosome* memiliki kandungan zat besi yang lebih tinggi daripada daerah *substansia nigra* sehingga sinyal SWI yang dihasilkan akan lebih tinggi (*hyperintens*).

Menurut peneliti hasil citra dari penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dengan 2 mm memiliki perbedaan dalam segi waktu yang digunakan dan hasil citra yang dihasilkan. *Slice thickness* 0,9 mm memiliki waktu scanning lebih lama dari 2 mm yaitu 2:32 menit, akan tetapi *slice thickness* 0,9 mm memiliki kelebihan dalam menampakkan anatomi *substansia*

nigra, *nigrosome*, *swallow tail*, dan *globus pallidus* dengan detail yang tinggi tetapi noise yang dihasilkan tinggi. Sedangkan *slice thickness* 2 mm memiliki waktu scanning yang lebih cepat yaitu 1:90 menit tetapi anatomi anatomi *substansia nigra*, *nigrosome*, *swallow tail*, dan *globus pallidus* detail dengan nilai rerata hampir mendekati 3 yang berarti struktur anatomi terlihat jelas, berbatas tegas, dan mudah diamati.

2. Variasi *slice thickness* yang paling tepat untuk menampakkan diagnostik citra MRI *brain* klinis penyakit parkinson sekuen SWI potongan *axial*.

Berdasarkan hasil uji *mean rank* uji statistik non-parametrik *wilcoxon* untuk melihat manakah *slice thickness* yang lebih optimal dalam menampakkan informasi diagnostik antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm pada sekuen SWI menunjukkan bahwa *slice thickness* 0,9 mm dinilai lebih optimal dibandingkan dengan *slice thickness* 2 mm.

Penilaian informasi anatomi secara keseluruhan didapatkan hasil lebih tinggi pada sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm. Jika dilihat berdasarkan anatomi yang dinilai menunjukkan bahwa *slice thickness* 0,9 mm lebih optimal dalam menampakkan informasi diagnostik *substansia nigra* dengan nilai *mean rank* sebesar 3.00. *Nigrosome* dengan nilai *mean rank* sebesar 3.00. *Swallow tail* dengan nilai *mean rank* sebesar 3.00. Namun pada *globus pallidus* memiliki nilai yang sama antara penggunaan *slice thickness* 0,9 mm dan 2 mm pada sekuen SWI yaitu dengan nilai *mean rank* sebesar 3.00.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kuoppamäki dkk., (2015). Untuk melihat patologi penyakit parkinson pada daerah *globus pallidus* biasanya dilihat dari adanya *lesi pallidal*, bagian *globus pallidus* biasanya jarang terdapat lesi yang menyebabkan tidak stabil secara fungsional. Sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dengan mudah melihat *nigrosome* dalam bentuk *swallow tail*, tidak adanya *swallow tail* dapat mengidentifikasi degenerasi *nigrosome* yang menjadi pertanda diagnosis adanya penyakit parkinson (Bae dkk., 2021).

Slice thickness 0,9 mm dapat memperlihatkan peningkatan kandungan zat besi yang kemungkinan disebabkan teririsnya wilayah *nigrosome* dengan zat besi setelah depigmentasi (Cheng dkk., 2020). Penumpukan zat besi tersebut dapat menampilkan area *hiperintens* pada daerah *substansia nigra* atau yang berhubungan dengan *nigrosome*. *Slice thickness* 0,9 mm dirasa lebih detail potongannya dan memperjelas kelainan patologis dan saraf neurologis pada pemeriksaan MRI *brain* dengan klinis parkinson (Maulidiana, 2023). Menghasilkan gambaran *swallow tail* yang menjadi patokan dalam diagnosa parkinson. SNR akan lebih rendah dan resolusi spasial akan lebih baik daripada menggunakan sekuen SWI dengan *slice thickness* 2 mm.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Terdapat perbedaan informasi diagnostik secara keseluruhan yang signifikan antara sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dan sekuen SWI dengan *slice thickness* 2 mm pada pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson, karena memiliki p-value sebesar 0,001 ($p < 0,05$) pada keseluruhan anatomi. Pada anatomi *substansia nigra*, *nigrosome*, dan *swallow tail* dengan nilai p-value $< 0,05$ sehingga terdapat perbedaan. Pada anatomi globus pallidus memiliki nilai p-value $> 0,05$ sehingga tidak ada perbedaan.
2. Sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dibandingkan dengan *slice thickness* 2 mm menghasilkan informasi diagnostik lebih baik pada pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai *mean rank* tertinggi pada *slice thickness* 0,9 mm dengan nilai *substansia nigra*, *nigrosome*, dan *swallow tail* mendapatkan nilai 3,00, sedangkan pada anatomi *globus pallidus* *slice thickness* keduanya memiliki nilai *mean rank* yang sama yaitu 3,00. *Mean rank* secara keseluruhan anatomi didapatkan nilai tertinggi oleh *slice thickness* 0,9 mm dengan nilai 10,55.

B. Saran

Pada pemeriksaan MRI *brain* klinis penyakit parkinson lebih baik menggunakan sekuen SWI dengan *slice thickness* 0,9 mm dengan waktu 2:32

menit, sedangkan SWI *slice thickness* 2 mm dengan waktu 1:50 menit. Walaupun waktu pemeriksaan lebih lama dengan selisih waktu 1:22 menit akan tetapi detail yang dihasilkan lebih baik untuk menampakkan anatomi *substantia nigra*, *nigrosome*, *swallow tail*, dan *globus pallidus* dalam mendiagnosa klinis penyakit parkinson.



DAFTAR PUSATAKA

- Ahmed, M.H. and David, M.Y. (2018) 'Susceptibility weighted imaging: Clinical applications and future directions'. Available at: <https://www.wjgnet.com/1949-8470/full/v10/i4/30.htm>.
- Akbar, Y. (2014) *Pola Gelombang Otak Abnormal Pada Elektroencephalograph*. Available at: <http://gerstner.felk.cvut.cz>.
- Alsayouri, K.A.M.; K. (2023) 'Fisiologi Otak'. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551718/>.
- Aludin, S. and Schmill, L.P.A. (2021) 'MRI Signs of Parkinson's Disease and Atypical Parkinsonism', *RoFo Fortschritte auf dem Gebiet der Rontgenstrahlen und der Bildgebenden Verfahren*. Georg Thieme Verlag, pp. 1403–1409. Available at: <https://doi.org/10.1055/a-1460-8795>.
- Arash Fazl MD, J.F. (2016) 'Anatomy, Physiology, and Clinical Syndromes of the Basal Ganglia: A Brief Review'. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1071909117301547?via%3Dihub>.
- Bae, Y.J., Song, Y.S., *et al.* (2021) 'Comparison of susceptibility-weighted imaging and susceptibility map-weighted imaging for the diagnosis of Parkinsonism with nigral hyperintensity', *European Journal of Radiology*, 134(September 2020), p. 109398. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.109398>.
- Bae, Y.J., Kim, J.M., *et al.* (2021) 'Imaging the substantia nigra in Parkinson disease and other Parkinsonian syndromes', *Radiology*. Radiological Society of North America Inc., pp. 260–278. Available at: <https://doi.org/10.1148/radiol.2021203341>.
- Bhargava & Satish, B.K. (2018) *CT and MRI Protocol A Practical Approach, CT and MRI PROTOCOL*.
- Bloem, B.R., Okun, M.S. and Klein, C. (2021) 'Parkinson's disease', *The Lancet*. Elsevier B.V., pp. 2284–2303. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00218-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00218-X).
- Bradley, W.G. and Glenn, B.J. (2014) 'The effect of variation in slice thickness and interslice gap on MR lesion detection.', *AJNR. American journal of neuroradiology*, 8(6), pp. 1057–1062.
- C., Roth, C. Kaut dan Tablot, J. (2019) *Westbrook*.
- Chau, M.T. *et al.* (2023) 'Simple quantitative planimetric measurement of nigrosome-1 for clinical settings', *Journal of the Neurological Sciences*, 454(October), p. 120857. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jns.2023.120857>.
- Cheng, Z. *et al.* (2020) 'Imaging the Nigrosome 1 in the substantia nigra using susceptibility weighted imaging and quantitative susceptibility mapping: An application to Parkinson's disease', *NeuroImage: Clinical*, 25(November 2019), p. 102103. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2019.102103>.
- David K. Simon, C.M.T. (2019) 'Parkinson Disease Epidemiology, Pathology, genetics and Pathophysiology'.
- Dhea Puspita, Ikhrum Hardi, Nurbaety, Ayu Puspitasari, M. (2023) 'Peminatan Epidemiologi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muslim Indonesia', 4(3), pp. 374–382.
- Diana Ega Rani (2016) 'Optimalisasi Number of Excitation (NEX) Terhadap Signal To-

- Noise Ratio (SNR) dan Kecepatan Waktu Scanning pada Pemeriksaan MRI', *Perpustakaan airlangga* [Preprint].
- Djiu, N. and Rahman, S. (2019) 'Penerapan Metode Hill Climbing Untuk Mendiagnosa Penyakit Gangguan Saraf Berbasis Android', *JTRISTE*, 6(1), pp. 59–71.
- Eka Putra, A.S. (2021) 'Pengaruh Kompetensi Dan Integritas Terhadap Kinerja Perangkat Desa', *JESS (Journal of Education on Social Science)*, 5(1), p. 24. Available at: <https://doi.org/10.24036/jess.v5i1.314>.
- Esther, M. and Manarisip, I. (2014) 'Gambaran Ct Scan Kepala Pada Penderita Cedera Kepala Ringan Di Blu Rsup Prof. Dr. R. D. Kandou', 2(2002), pp. 1–6.
- Eung Yeop, Yeung Hee, J.L. (2019) 'Nigrosome 1 imaging: technical considerations and clinical applications', *eung yeop* [Preprint]. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31067082/>.
- Francisco, A.R.L. (2019) 'Anatomi fisiologi sistem saraf', *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), pp. 1689–1699.
- Gaillard, F. (2024) 'parkinson disease'.
- Gao, P. *et al.* (2015) *Visualization of nigrosomes-1 in 3T MR susceptibility weighted imaging and its absence in diagnosing Parkinson's disease*.
- Hindle, J. V. (2010) 'Ageing, neurodegeneration and Parkinson's disease', *Age and Ageing*, 39(2), pp. 156–161. Available at: <https://doi.org/10.1093/ageing/afp223>.
- Ibrahim, M. (2022) 'kualitas citra MRI'. Available at: https://www.linkedin-com.translate.google/pulse/mri-image-quality-mohamed-ebrahim?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=sc.
- Jaffee, M. (2022) 'Neurologists who treated Muhammad Ali provide evidence for primary Parkinson's diagnosis', *Chronic Neurological Diseases News, MBI News* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/https://mbi.ufl.edu/2022/10/24/neurologists-who-treated-muhammad-ali-provide-evidence-for-primary-parkinsons-diagnosis/>.
- Jatmiko, A.W. (2021) 'Efek Pemakaian Kontras Untuk Optimalisasi Citra Pada Pemeriksaan Diagnostik Magnetic Resonance Imaging (MRI)', *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 23(1), p. 28. Available at: <https://doi.org/10.20473/jbp.v23i1.2021.28-39>.
- Kuoppamäki, M. *et al.* (2005) 'Parkinsonism following bilateral lesions of the globus pallidus: Performance on a variety of motor tasks shows similarities with Parkinson's disease', *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 76(4), pp. 482–490. Available at: <https://doi.org/10.1136/jnnp.2003.020800>.
- Lou, M. *et al.* (2014) 'Susceptibility-diffusion mismatch predicts thrombolytic outcomes: A retrospective cohort study', *American Journal of Neuroradiology*, 35(11), pp. 2061–2067. Available at: <https://doi.org/10.3174/ajnr.A4017>.
- Lynch, J., Davagnanam, I. and Barker, R. (2019) 'Midbrain, Pons, and Medulla: Anatomy and Syndromes | RadioGraphics', pp. 1110–1125. Available at: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.2019180126>.
- Mandal, A. (2023) 'Prognosis Parkinson Disease'. Available at: <https://www.news-medical.net/health/Parkinsons-Disease-Prognosis.aspx>.
- Manova, E.S. *et al.* (2009) 'Characterizing the mesencephalon using susceptibility-weighted imaging', *American Journal of Neuroradiology*, 30(3), pp. 569–574. Available at: <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1401>.

- Maulidiana, H. (2023) 'Peranan Sequence Swi (Susceptibility Weighted Imaging) Pada Pemeriksaan Mri Brain Klinis Parkinson', *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran (JURRIKE)*, 2(2). Available at: <https://doi.org/10.55606/jurrike.v2i2.1628>.
- Meijer, F.J.A. *et al.* (2017) 'How i do it: Clinical application of brain mri in the diagnostic work-up of parkinsonism', *Journal of Parkinson's Disease*, 7(2), pp. 211–217. Available at: <https://doi.org/10.3233/JPD-150733>.
- Mimbacas A Beloso C Souto J, F.M.R.G.J.G. (2018) 'World Journal of Gas', *World Journal of Diabetes*, 9(9), pp. 157–164.
- Notoatmodjo (2012) 'Etika Penelitian'.
- Nugraha R., D. (2023) 'Potensi Permainan Tradisional Dende (engklek) dalam Mengurangi resiko Jatuh Saat Berjalan pada Penyakit penderita Parkinson', 14(2), pp. 522–525.
- Pb, A., Skp, I.D.I. and Suryo, J.C. (2021) 'Sklerosis Multipel : Diagnosis dan Tatalaksana', 48(8), pp. 296–303.
- Schwarz, S.T. *et al.* (2014) 'The “swallow tail” appearance of the healthy nigrosome - A new accurate test of Parkinson's disease: A case-control and retrospective cross-sectional MRI study at 3T', *PLoS ONE*, 9(4). Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093814>.
- Shokrollahi, P., Drake, J.M. and Goldenberg, A.A. (2017) 'Signal-to-noise ratio evaluation of magnetic resonance images in the presence of an ultrasonic motor', *BioMedical Engineering Online*, 16(1), pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12938-017-0331-1>.
- Soebagjo, H.D. (2019) *Ongkologi Mata*.
- Sons, J.W.& (2014) *Westbrook*.
- stephane lehericy, david E, klaus seppi, oury monchi (2017) 'The role of high-field magnetic resonance imaging in parkinsonian disorders: Pushing the boundaries forward'. Available at: https://movementdisorders-onlinelibrary-wiley-com.translate.goog/doi/10.1002/mds.26968?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc.
- Sugano, W.H. dan Y. (2020) 'TeachMeAnatomy'. Available at: <https://teachmeanatomy.info/neuroanatomy/structures/basal-ganglia/>.
- T.B Moeller, E.R. (2014) *Sectional Anatomy*.
- Talbot, J. (2019) *MRI IN PRACTICE*. Fifth Edit. John Wiley & Sons, Ltd.
- Tanjung, A., Prastowo, A. and Setiabudi, W. (2013) 'Korelasi Nilai Time Repetition (Tr) Dan Time Echo (Te) Terhadap Signal To Noise Ratio (Snr) Pada Citra Mri', *Berkala Fisika*, 16(4), pp. 103–110.
- Telarović, S. (2023) 'Epidemiology of Parkinson's Disease', *Archives of psychiatry research*, 59(1), pp. 147–148. Available at: <https://doi.org/10.20471/may.2023.59.01.24>.
- Tortora, G.J. and Nielsen, M. (2017) *Principles of Human Anatomy, Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- William, J. and Sonne, H. (2019) 'Neuroanatomy , Substantia Nigra', (March), pp. 1–6.

Lampiran-Lampiran

Lampiran 1

SURAT IZIN PENELITIAN



Kementerian Kesehatan
RSPON Mahar Mardjono

Jalan M.T. Haryono Kavling 11, Cawang
Jakarta 13630
(021) 29373377
<https://www.rspn.co.id>

Nomor : DP.04.03/D.XXIII/599/2024

26 Maret 2024

Hal : Izin Penelitian

Yth. Ketua Jurusan
Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi
Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang
Jl. Tirta Agung, Pedalangan
Banyumanik, Semarang
Jawa Tengah, 50268

Sehubungan dengan adanya surat permohonan izin penelitian dari Ketua Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang nomor PP.08.02/5.4.3/343/2024 tanggal 15 Februari 2024 dan memperhatikan Surat Keterangan Komite Etik Penelitian Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta nomor DP.04.03/D.XXIII.9/040/2024 tanggal 15 Maret 2024 atas nama peneliti sebagai berikut:

nama peneliti : Allyvia Nur Hardiyanti
judul penelitian : Perbandingan Informasi Diagnostik pada Pemeriksaan MRI Brain
Klinis Penyakit Parkinson dengan Variasi Slice Thickness Sekuen
SWI Potongan Axial
asal instansi : Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang

Maka kami sampaikan bahwa pada prinsipnya kami dapat menyetujui permohonan kegiatan penelitian tersebut. Kegiatan penelitian tersebut dapat dimulai segera setelah surat izin ini diterima oleh peneliti yang bersangkutan. Untuk informasi lebih lanjut dapat menghubungi sdr. Yenni Syafitri di Nomor HP 0878-3989-4930 pada Tim Kerja Penelitian Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta.

Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Direktur Utama RSPON Prof. Dr. dr. Mahar
Mardjono Jakarta,



dr. ADIN NULKHASANAH, Sp.S., MARS

Kementerian Kesehatan tidak menerima suap dan/atau gratifikasi dalam bentuk apapun. Jika terdapat potensi suap atau gratifikasi silahkan laporkan melalui HALO KEMENKES 1500567 dan <https://halo.kemkes.go.id> untuk verifikasi keabsahan tanda tangan elektronik, simpan unggah dokumen pada laman <https://dl.kemkes.go.id/verifyEOL>.



ETICAL CLEARANCE



Kementerian Kesehatan
RSPON Mahar Mardjono

Jalan M.T. Haryono Kavling 11, Cawang
Jakarta 13630
(021) 29373377
<https://www.rspn.co.id>

KOMITE ETIK PENELITIAN
RUMAH SAKIT PUSAT OTAK NASIONAL
PROF. Dr. dr. MAHAR MARDJONO JAKARTA

SURAT KETERANGAN

Nomor : DP.04.03/D.XXIII.9/040/2024

Setelah menelaah usulan dan protokol penelitian dibawah ini, Komite Etik Penelitian Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta menyatakan bahwa penelitian dengan judul :

**"Perbandingan Informasi Diagnostik
pada Pemeriksaan MRI *Brain* Klinis Penyakit Parkinson
dengan Variasi *Slice Thickness* Sekuen SWI Potongan Axial"**

Peneliti Utama : Allyvia Nur Hardiyanti
Asal Institusi : Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang

Dapat disetujui pelaksanaannya dengan syarat :

1. Tidak bertentangan dengan nilai-nilai kemanusiaan dan kode etik penelitian
2. Melaporkan jika terdapat amandemen protokol penelitian
3. Melaporkan penyimpangan/ pelanggaran terhadap protokol penelitian
4. Melaporkan secara periodik perkembangan penelitian dan laporan akhir
5. Melaporkan kejadian yang tidak diinginkan
6. Mengikutsertakan peneliti mitra dari RSPON Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono apabila hasil penelitian ini akan dipublikasikan ke Jurnal Nasional maupun Internasional.

Persetujuan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan batas waktu maksimum selama 1 (satu) tahun.

Jakarta, 15 Maret 2024
Ketua Komite Etik Penelitian

dr. Ita Muharram Sari, Sp.S
NIP.198211012015012001

LEMBAR VALIDASI PENILAIAN KUISIONER

Judul : "Perbandingan Informasi Diagnostik Pada Pemeriksaan MRI *Brain* Klinis Penyakit Parkinson Dengan Variasi *Slice Thickness* Sekuen SWI Potongan *Axial*"

Keterangan Skor Penilaian Kuisisioner:

- 1 = "tidak jelas" bila informasi pada citra, dinilai tidak jelas, tidak berbatas tegas, dan observer sulit untuk menganalisis.
- 2 = "cukup jelas" bila informasi pada citra dinilai terlihat kurang jelas, berbatas tegas namun kurang jelas batasnya, dan observer harus lebih teliti untuk menganalisis.
- 3 = "jelas" bila informasi pada citra, terlihat jelas, berbatas tegas, dan mudah dianalisis oleh observer.

Keterangan Informasi Anatomi

Informasi Anatomi MRI <i>Brain</i> klinis penyakit parkinson sekuen SWI	Check List
<i>Substansia nigra</i>	✓
<i>Nigrosome</i>	✓
<i>Swallow tile</i>	✓
<i>Globus pallidus</i>	✓

Telah diperiksa dan dikoreksi untuk menjadi validasi kuisisioner kejelasan anatomi pemeriksaan MRI *brain*

Semarang, 11 Januari 2024
Mengetahui,

dr. Miftakhul Jannah Kumiawati Sp. Rad

SURAT KETERANGAN
TELAH TERVALIDASI DATA KUISIONER

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : dr. Miftakhul Jannah Kurniawati Sp. Rad

Jabatan : Dokter Spesialis Radiologi

Sebagai : Validator

Menerangkan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Allyvia Nur Hardiyanti

NIM : P1337430220172

Institusi : Poltekkes Kemenkes Semarang

Telah melakukan validasi data kuisisioner dalam rangka penelitian skripsi yang berjudul
"Perbandingan Informasi Diagnostik Pada Pemeriksaan MRI *Brain* Klinis Penyakit
Parkinson Dengan Variasi *Slice Thickness* Sekuen SWI Potongan *Axial*"

Semarang, 11 Januari 2024
Mengetahui,



dr. Miftakhul Jannah Kurniawati Sp.Rad

INSTRUMEN PENELITIAN

Instrumen pada penelitian ini meliputi kuesioner, yang digunakan untuk menilai kejelasan informasi diagnostik dengan menggunakan variasi *slice thickness* pada pemeriksaan MRI *brain* Klinis Penyakit Parkinson. Informasi diagnostik dinilai pada checklist bersumber dari Bae dkk., (2021) dengan judul “*Comparison Of Susceptibility-Weighted Imaging dan Susceptibility Map-Weighted Imaging For The Diagnosis Of Parkinsonism With Nigral Hyperintensity*” dan disetujui oleh komite etik Rumah Sakit Guangzhou Xinhai.

Penjelasan informasi diagnostik yang dinilai:

1. *Substantia nigra*

Wilayah substansia nigra dan pengukuran intensitas sinyal *locus coeruleus* menjadi indikator klinis untuk mengetahui apakah indikator tersebut dapat mendeteksi penyakit parkinson dan evaluasi tingkat keparahan penyakitnya.

2. *Nigrosome*

Nigrosome mengalami degenerasi, sinyalnya melemah atau hilang dapat menyebabkan hilangnya tanda *swallow tail*.

3. *Swallow tail sign*

Hilangnya tanda *swallow tail sign* pada penyakit parkinson mencerminkan degenerasi neuron dopamin di *substantia nigra*

4. *Globus pallidus*

Wilayah internal *globus pallidus* adalah dapat menargetkan pengobatan pilihan untuk penyakit parkinson stadium lanjut yang sulit disembuhkan secara medis

Hasil Kuesioner Responden 3

Pasien	Slice thickness 0,9 mm				Slice thicknes 2 mm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	3	3	3	3	3	3	3	2
2	3	3	2	3	2	3	2	3
3	3	3	3	3	2	3	3	2
4	3	2	3	3	2	2	3	2
5	3	2	3	3	3	2	2	3
6	3	3	3	2	3	1	3	3
7	3	3	2	3	3	1	2	3
8	3	3	3	3	3	3	2	2
9	3	3	3	2	2	3	1	2
10	3	3	2	3	2	2	2	3

a) Uji Kappa Responden 1 dan 2

Symmetric Measures

		Value	Asymptotic Standard Error ^a	Approximate T ^b	Approximate Significance
Measure of Agreement	Kappa	.691	.076	6.976	.000
N of Valid Cases		80			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

b) Uji Kappa Responden 1 dan 3

Symmetric Measures

		Value	Asymptotic Standard Error ^a	Approximate T ^b	Approximate Significance
Measure of Agreement	Kappa	.618	.084	6.129	.000
N of Valid Cases		80			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c) Uji Kappa Responden 3 dan 2

Symmetric Measures

		Value	Asymptotic Standard Error ^a	Approximate T ^b	Approximate Significance
Measure of Agreement	Kappa	.680	.084	6.977	.000
N of Valid Cases		80			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

d) Uji Wilcoxon *Substansia Nigra*

Test Statistics^a

substansia nigra 2 mm - substansia nigra 0,9 mm

Z	-2.236 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.025

- a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on positive ranks.

e) Uji Wilcoxon *Swallow Tail*

Test Statistics^a

Swallow Tail 2 mm - Swallow Tail 0,9 mm

Z	-2.070 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.038

- a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on positive ranks.

f) Uji Wilcoxon *Nigrosome*

Test Statistics^a

nigrosome 2 mm - nigrosome 0,9 mm

Z	-2.236 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.025

- a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on positive ranks.

g) Uji Wilcoxon *Globus Pallidus*

Test Statistics^a

Globus Pallidus 2 mm - Globus Pallidus 0,9 mm

Z	-1.342 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.180

- a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on positive ranks.

h) Uji Wilcoxon Keseluruhan Anatomi

Test Statistics^a

slice thickenss 2 mm - Slice thickness 0,9 mm

Z	-3.911 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

- a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on positive ranks.

i) Uji *Mean rank* Informasi Diagnostik

Ranks

		N	Mean rank	Sum of Ranks
<i>substansia nigra 2 mm - substansia nigra 0,9 mm</i>	Negative Ranks	5 ^a	3.00	15.00
	Positive Ranks	0 ^b	.00	.00
	Ties	5 ^c		
	Total	10		

- a. *substansia nigra 2 mm < substansia nigra 0,9 mm*
b. *substansia nigra 2 mm > substansia nigra 0,9 mm*
c. *substansia nigra 2 mm = substansia nigra 0,9 mm*

Ranks

		N	Mean rank	Sum of Ranks
<i>nigrosome</i> 2 mm - <i>nigrosome</i> 0,9 mm	Negative Ranks	5 ^a	3.00	15.00
	Positive Ranks	0 ^b	.00	.00
	Ties	5 ^c		
	Total	10		

a. *nigrosome* 2 mm < *nigrosome* 0,9 mm

b. *nigrosome* 2 mm > *nigrosome* 0,9 mm

c. *nigrosome* 2 mm = *nigrosome* 0,9 mm

Ranks

		N	Mean rank	Sum of Ranks
<i>swallow tail</i> 2 mm - <i>swallow tail</i> 0,9 mm	Negative Ranks	5 ^a	3.00	15.00
	Positive Ranks	0 ^b	.00	.00
	Ties	5 ^c		
	Total	10		

a. *swallow tail* 2 mm < *swallow tail* 0,9 mm

b. *swallow tail* 2 mm > *swallow tail* 0,9 mm

c. *swallow tail* 2 mm = *swallow tail* 0,9 mm

Ranks

		N	Mean rank	Sum of Ranks
globus pallidus 2 mm - globus pallidus 0,9 mm	Negative Ranks	2 ^a	3.00	6.00
	Positive Ranks	3 ^b	3.00	9.00
	Ties	5 ^c		
	Total	10		

a. globus pallidus 2 mm < globus pallidus 0,9 mm

b. globus pallidus 2 mm > globus pallidus 0,9 mm

c. globus pallidus 2 mm = globus pallidus 0,9 mm

Ranks

		N	Mean rank	Sum of Ranks
<i>slice thickness</i> 2 mm - <i>slice thickness</i> 0,9 mm	Negative Ranks	19 ^a	10.55	200.50
	Positive Ranks	1 ^b	9.50	9.50
	Ties	20 ^c		
	Total	40		

a. *slice thickness* 2 mm < *slice thickness* 0,9 mm

b. *slice thickness* 2 mm > *slice thickness* 0,9 mm

c. *slice thickness* 2 mm = *slice thickness* 0,9 mm

Surat Persetujuan Responden dan Penilaian Responden

SURAT PERNYATAAN KESEDIAN UNTUK MENJADI RESPONDEN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : *Dr. Khairun Miswati, Sp.Rad.*

Profesi : *Dokter Spesialis Radiologi*

Sebagai : *Responden*

Dengan ini menyatakan bersedia untuk menjadi responden dalam penelitian Tugas Akhir Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Program Sarjana Terapan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Semarang dengan judul "Perbandingan Informasi Diagnostik Pada pemeriksaan MRI *Brain* Klinis Penyakit Parkinson dengan Variasi *Slice Thickness* Sekuen SWI potongan *Axial*"

Demikian pernyataan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, Maret 2024
Mengetahui

KM
(.....)

TABEL KUISIONER PENILAIAN INFORMASI ANATOMI

"Perbandingan Informasi Diagnostik Pada Pemeriksaan MRI Brain Klinis Penyakit Parkinson Dengan Variasi Slice Thickness Sekuen SWI Potongan Axial"

- Skor 1 = "tidak jelas" bila informasi pada citra dinilai tidak jelas, tidak berbatas tegas, dan observer sulit untuk mengamati.
- Skor 2 = "cukup jelas" bila informasi pada citra dinilai kurang jelas, berbatas tegas namun kurang jelas batasnya, dan observer harus lebih teliti untuk mengamati.
- Skor 3 = "jelas" bila informasi pada citra terlihat jelas berbatas tegas, dan mudah dilihat oleh observer.

Anatomi yang dinilai	Sampel																				
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Substansia nigra	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2
Nigrosome	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
Swallow tail	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
Globus pallidus	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3

**SURAT PERNYATAAN KESEDIAN
UNTUK MENJADI RESPONDEN**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : dr. Marissa Pretti P., SpRad

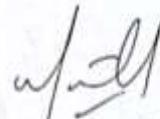
Profesi : Dokter spesialis Radiologi

Sebagai : Responden

Dengan ini menyatakan bersedia untuk menjadi responden dalam penelitian Tugas Akhir Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Program Sarjana Terapan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Semarang dengan judul "Perbandingan Informasi Diagnostik Pada pemeriksaan MRI *Brain* Klinis Penyakit Parkinson dengan Variasi *Slice Thickness* Sekuen SWI potongan *Axial*"

Demikian pernyataan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 27 Maret 2024
Mengetahui



dr. Marissa Pretti P., SpRad
(.....)

TABEL KUISIONER PENILAIAN INFORMASI ANATOMI

"Perbandingan Informasi Diagnostik Pada Pemeriksaan MRI *Brain* Klinis Penyakit Parkinson Dengan Variasi *Slice Thickness* Sekuen SWI Potongan *Axial*"

- Skor 1 = "tidak jelas" bila informasi pada citra dinilai tidak jelas, tidak berbatas tegas, dan observer sulit untuk mengamati.
- Skor 2 = "cukup jelas" bila informasi pada citra dinilai kurang jelas, berbatas tegas namun kurang jelas batasnya, dan observer harus lebih teliti untuk mengamati.
- Skor 3 = "jelas" bila informasi pada citra terlihat jelas berbatas tegas, dan mudah dilihat oleh observer.

Anatomi yang dinilai	Sampel																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
<i>Substantia nigra</i>	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Nigrosome</i>	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	1	3	1	3	3
<i>Swallow tail</i>	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3
<i>Globus pallidus</i>	3	1	2	1	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2

**SURAT PERNYATAAN KESEDIAN
UNTUK MENJADI RESPONDEN**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Febian Sandra

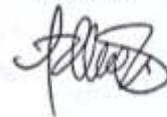
Profesi : Dokter Spesialis Radiologi

Sebagai : Responden }

Dengan ini menyatakan bersedia untuk menjadi responden dalam penelitian Tugas Akhir Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Program Sarjana Terapan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Semarang dengan judul "Perbandingan Informasi Diagnostik Pada pemeriksaan MRI *Brain* Klinis Penyakit Parkinson dengan Variasi *Slice Thickness* Sekuen SWI potongan *Axial*"

Demikian pernyataan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, Maret 2024
Mengetahui



(.....Febian Sandra.....)

TABEL KUISIONER PENILAIAN INFORMASI ANATOMI

"Perbandingan Informasi Diagnostik Pada Pemeriksaan MRI *Brain* Klinis Penyakit Parkinson Dengan Variasi *Slice Thickness* Sekuen SWI Potongan *Axial*"

Skor 1 = "tidak jelas" bila informasi pada citra dinilai tidak jelas, tidak terbatas tegas, dan observer sulit untuk mengamati.

Skor 2 = "cukup jelas" bila informasi pada citra dinilai kurang jelas, terbatas tegas namun kurang jelas batasnya, dan observer harus lebih teliti untuk mengamati.

Skor 3 = "jelas" bila informasi pada citra terlihat jelas terbatas tegas, dan mudah dilihat oleh observer.

Anatomi yang dinilai	Sampel																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
<i>Substansia nigra</i>	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2
<i>Nigrosome</i>	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	3	1	3	3	3	3	3	3	2
<i>Swallow tail</i>	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	1	2	2
<i>Globus pallidus</i>	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3

Surat Keterangan Telah Melakukan Pengambilan Data

SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENGAMBILAN DATA

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : SELAMET BUDI KURNIAWAN

Jabatan : Radiografer

Menerangkan bahwa mahasiswa tersebut dibawah ini

Nama : Allyvia Nur Hardiyanti

NIM : P1337430220172

Institusi : Poltekkes Kemenkes Semarang

Telah melakukan pengambilan data di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta dalam rangka penelitian dengan judul "Perbandingan Informasi Diagnostik pada Pemeriksaan MRI Brain Klinis Penyakit Parkinson dengan sekuen SWI Potongan Axial"

Jakarta, Maret 2024
Mengetahui



(SELAMET BUDI K...)

Surat Persetujuan Menjadi Sampel Penelitian

Surat Persetujuan Menjadi Sampel Penelitian

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tu. AI
Umur : 58 th
Jenis Kelamin : Laki - laki
Alamat :
No. Hp :

Setelah peneliti menjelaskan mengenai maksud dan tujuan penelitian, tata cara pelaksanaannya, manfaat dan konsekuensi, dengan ini menyatakan bahwa:

1. Memahami sepenuhnya maksud dan tujuan penelitian, tata cara pelaksanaannya, manfaat dan konsekuensinya.
2. Bersedia jika sewaktu-waktu dihubungi peneliti untuk menyempurnakan penelitiannya
3. Bersedia untuk menjadi sampel dalam penelitian dengan judul **"PERBANDINGAN INFORMASI DIAGNOSTIK PEMERIKSAAN MRI BRAIN KLINIS PENYAKIT PARKINSON DENGAN VARIASI SLICE THICKNESS SEKUEN SWI POTONGAN AXIAL"**

Jakarta, Maret 2024
Mengetahui



**Surat Persetujuan
Menjadi Sampel Penelitian**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : *Tn. Ysa*
Umur : *62 th*
Jenis Kelamin : *Laki - Laki*
Alamat :
No. Hp :

Setelah peneliti menjelaskan mengenai maksud dan tujuan penelitian, tata cara pelaksanaannya, manfaat dan konsekuensi, dengan ini menyatakan bahwa:

1. Memahami sepenuhnya maksud dan tujuan penelitian, tata cara pelaksanaannya, manfaat dan konsekuensinya.
2. Bersedia jika sewaktu-waktu ditubungi peneliti untuk menyempurnakan penelitiannya
3. Bersedia untuk menjadi sampel dalam penelitian dengan judul **"PERBANDINGAN INFORMASI DIAGNOSTIK PEMERIKSAAN MRI *BRAIN* KLINIS PENYAKIT PARKINSON DENGAN VARIASI *SLICE THICKNESS* SEKUEN SWI POTONGAN *AXIAL*"**

Jakarta, Maret 2024
Mengetahui



**Surat Persetujuan
Menjadi Sampel Penelitian**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tn. G
Umur : 55 th
Jenis Kelamin : ♂ Laki-laki
Alamat : ^
No. Hp : -

Setelah peneliti menjelaskan mengenai maksud dan tujuan penelitian, tata cara pelaksanaannya, manfaat dan konsekuensi, dengan ini menyatakan bahwa:

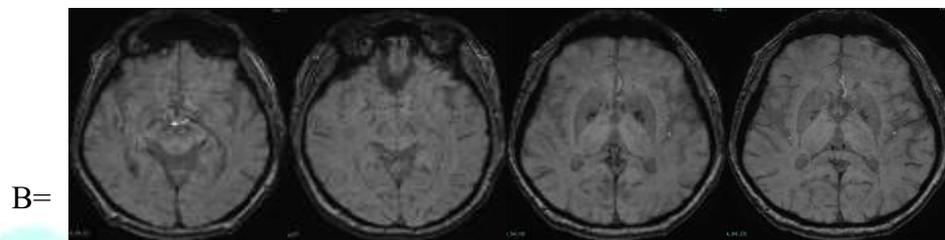
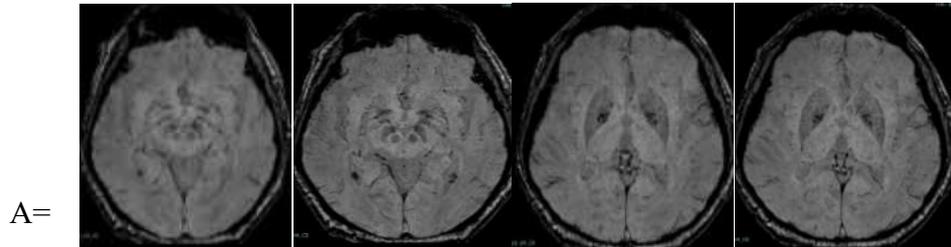
1. Memahami sepenuhnya maksud dan tujuan penelitian, tata cara pelaksanaannya, manfaat dan konsekuensinya.
2. Bersedia jika sewaktu-waktu dihubungi peneliti untuk menyempurnakan penelitiannya
3. Bersedia untuk menjadi sampel dalam penelitian dengan judul **"PERBANDINGAN INFORMASI DIAGNOSTIK PEMERIKSAAN MRI *BRAIN* KLINIS PENYAKIT PARKINSON DENGAN VARIASI *SLICE THICKNESS* SEKUEN SWI POTONGAN *AXIAL*"**

Jakarta, Maret 2024
Mengetahui

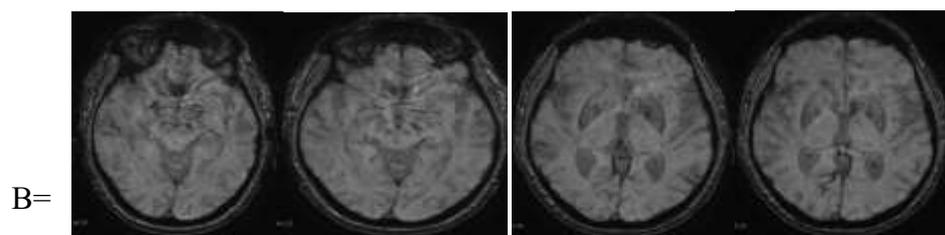
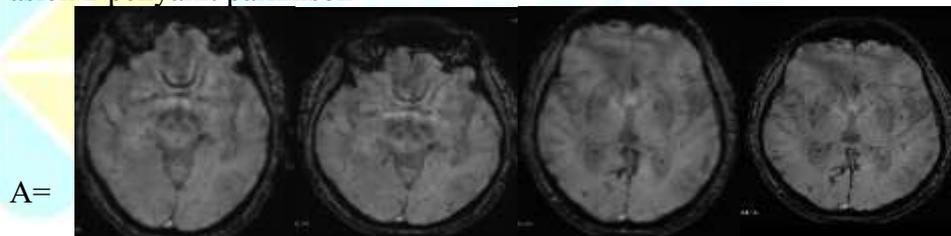


Hasil Citra MRI *Brain* Pasien Klinis Parkinson

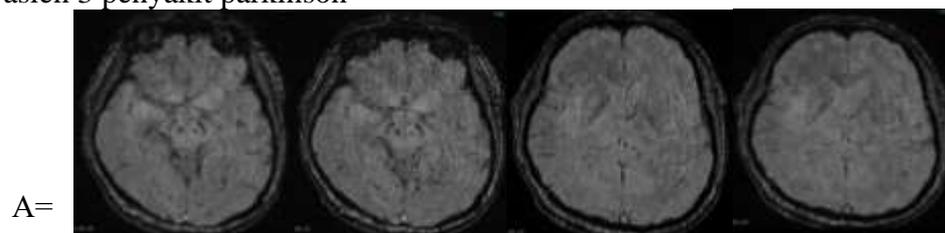
a. Pasien 1 Parkinson



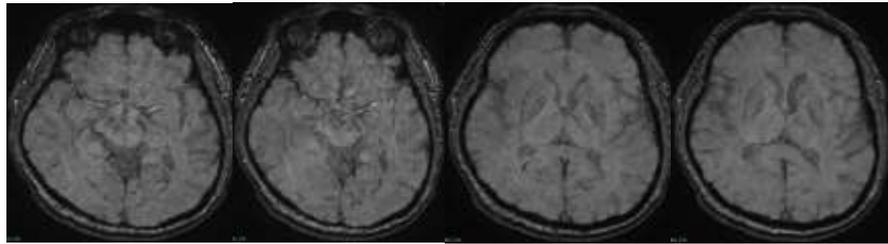
b. Pasien 2 penyakit parkinson



c. Pasien 3 penyakit parkinson

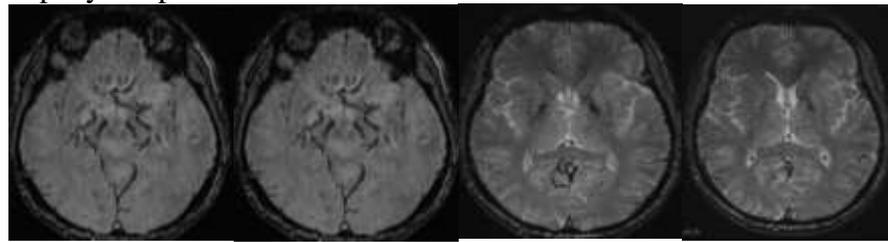


B=

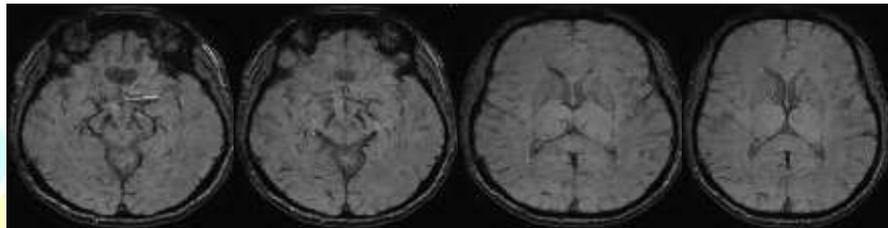


d. Pasien 4 penyakit parkinson

A=

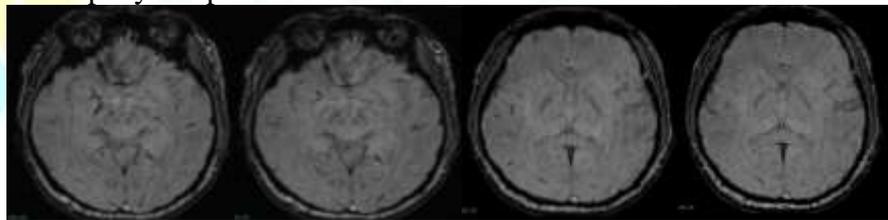


B=

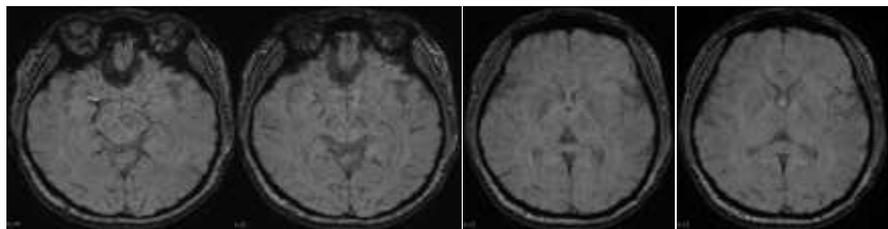


e. Pasien 5 penyakit parkinson

A=

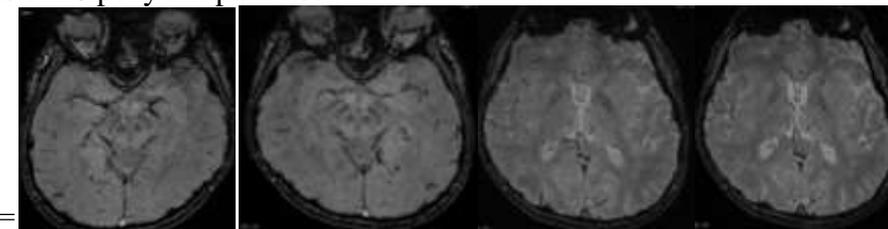


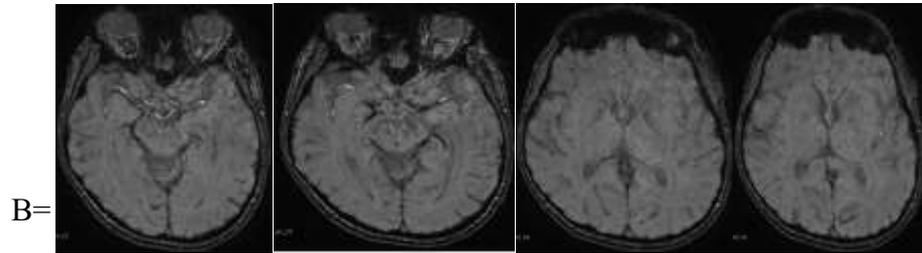
B=



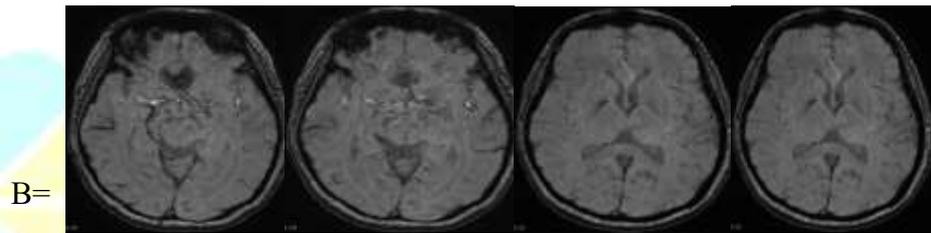
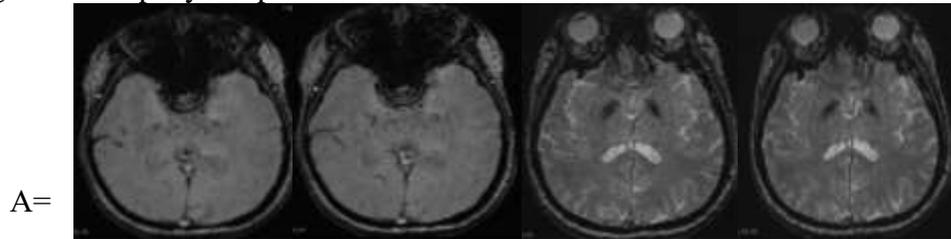
f. Pasien 6 penyakit parkinson

A=

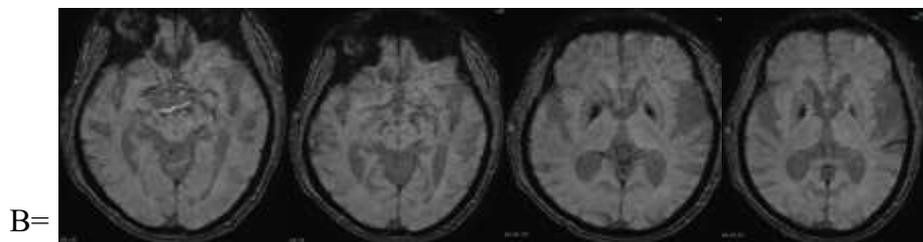
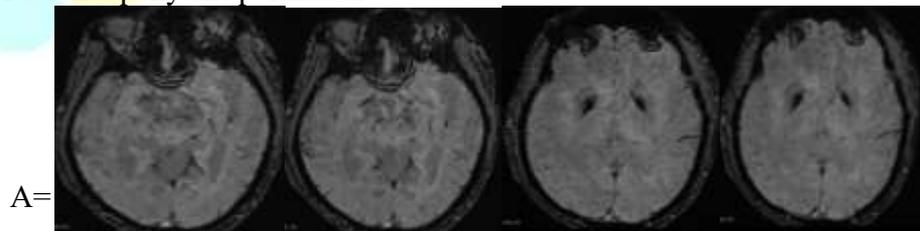




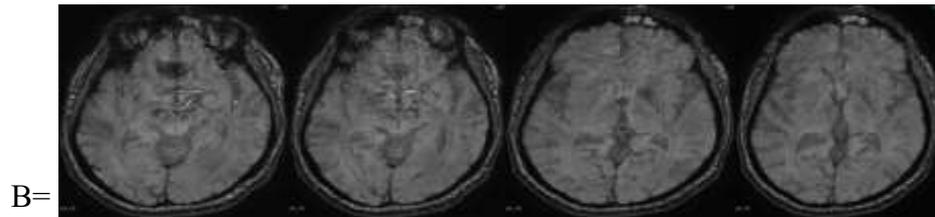
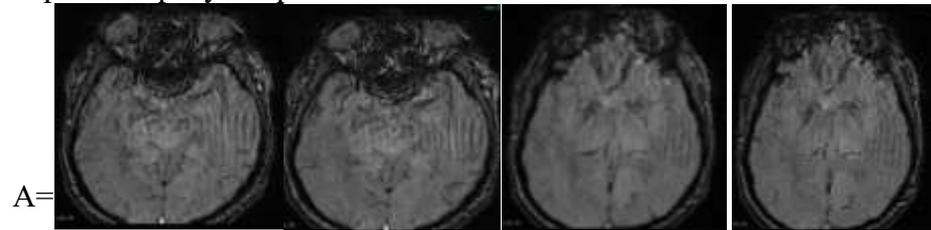
g. Pasien 7 penyakit parkinson



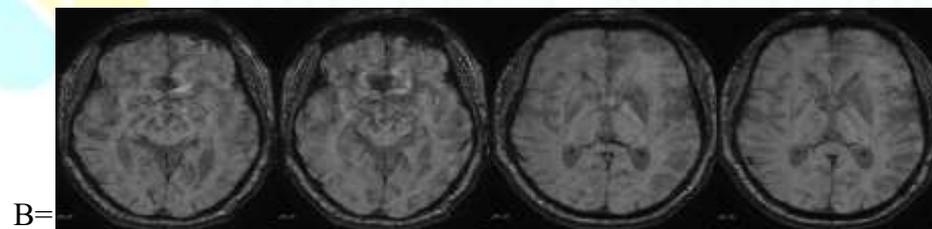
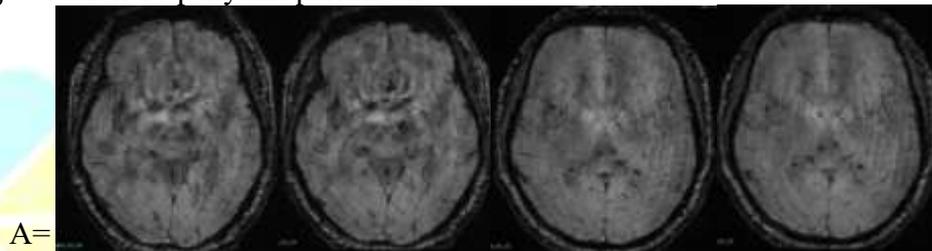
h. Pasien 8 penyakit parkinson



i. pasien 9 penyakit parkinson



j. Pasien 10 penyakit parkinson



Keterangan

A= Sekuen T2 SWI 0,9 mm

B= Sekuen T2 SWI 2 mm

BEBAS PLAGIARISM



Metadata

Title

PERBEDAAN INFORMASI DIAGNOSTIK PADA PEMERIKSAAN MRI BRAIN KLINIS PENYAKIT PARKINSON DENGAN VARIASI SLICE THICKNESS SEKUEN SWI POTONGAN AXIAL

Author(s)

ALLYVIA NUR HARDIYANTI Coordinator

Organizational unit

Poltekkes Kemenkes Semarang

Alerts

In this section, you can find information regarding text modifications that may aim at temper with the analysis results. Invisible to the person evaluating the content of the document on a printout or in a file, they influence the phrases compared during text analysis (by causing intended misspellings) to conceal borrowings as well as to falsify values in the Similarity Report. It should be assessed whether the modifications are intentional or not.

Characters from another alphabet		0
Spreads		37
Micro spaces		16
Hidden characters		0
Paraphrases (SmartMarks)	a	95

Record of similarities

SCs indicate the percentage of the number of words found in other texts compared to the total number of words in the analysed document. Please note that high coefficient values do not automatically mean plagiarism. The report must be analyzed by an authorized person.



25

The phrase length for the SC 2

12871

Length in words

89790

Length in characters