



**PERBANDINGAN NILAI PARAMETER PERFUSI
DYNAMIC SUSCEPTIBILITY CONTRAST (DSC)
MENGGUNAKAN DUA BENTUK PENGUKURAN
ROI PADA KASUS TUMOR OTAK**

SKRIPSI

Dijukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan
Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi
Poltekkes Jakarta II
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan

DISUSUN OLEH:

STEFHANI SYARIFUDDIN

NPM: P2.11.30.2.20.051

**PROGRAM SARJANA TERAPAN
PRODI TEKNOLOGI RADIOLOGI PENCITRAAN
JURUSAN TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN RADIOTERAPI
POLTEKKES JAKARTA II**

2024



**PERBANDINGAN NILAI PARAMETER PERFUSI
DYNAMIC SUSCEPTIBILITY CONTRAST (DSC)
MENGUNAKAN DUA BENTUK PENGUKURAN
ROI PADA KASUS TUMOR OTAK**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan
Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi
Poltekkes Jakarta II
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan

DISUSUN OLEH:

STEFHANI SYARIFUDDIN
NPM: P2.11.30.2.20.051

**PROGRAM SARJANA TERAPAN
PRODI TEKNOLOGI RADIOLOGI PENCITRAAN
JURUSAN TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN RADIOTERAPI
POLTEKKES JAKARTA II
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PERBANDINGAN NILAI PARAMETER PERFUSI DYNAMIC SUSCEPTIBILITY CONTRAST (DSC) MENGGUNAKAN DUA BENTUK PENGUKURAN ROI PADA KASUS TUMOR OTAK

Yang dibuat dan diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II, adalah benar hasil karya penelitian Saya sendiri dan bukan merupakan tiuam, duplikasi atau plagia karya penelitian orang lain yang sudah di publikasikan dan atau pernah dibuat untuk jenjang pendidikan di Poltekkes Jakarta II maupun di Perguruan Tinggi atau instasi manapun, kecuali bagian sumber informasinya dicantumkan sebagaimana semestinya, sesuai dengan kaidah ilmiah.

Jakarta, 03 Juli 2024



STEFHANI SYARIFUDDIN
NPM : P21130220051

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKripsi UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai Civitas Akademika Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II. Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Stefhani Syarifuddin
NPM : P2.11.30.2.20.051
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II. Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non- exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah yang berjudul :

“PERBANDINGAN NILAI PARAMETER PERFUSI DYNAMIC SUSCEPTIBILITY CONTRAST (DSC) MENGGUNAKAN DUA BENTUK PENGUKURAN ROI PADA KASUS TUMOR OTAK”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan Hak Bebas Royalti Non exclusive ini, Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : DKI Jakarta

Pada Tanggal : 03 Juli 2024

Yang Menyatakan,



STEFHANI SYARIFUDDIN

NPM: P2.11.30.2.20.051

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

**“PERBANDINGAN NILAI PARAMETER PERFUSI DYNAMIC
SUSCEPTIBILITY CONTRAST (DSC) MENGGUNAKAN DUA
BENTUK PENGUKURAN ROI PADA KASUS TUMOR OTAK”**

DISUSUN OLEH :

STEFHANI SYARIFUDDIN
NPM : P21130220051

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II untuk memenuhi sebagai syarat guna untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan.

Jakarta, 03 Juli 2024

Mengesahkan,

Pembimbing Materi

Pembimbing Teknis



Asumsie Tarigan, S.Si, M.Si
NIP. 196707281994031001



Mahfud Edy Widiatmoko, S.ST, MKM
NIP. 198309092008011009

Ketua Jurusan

Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi
Poltekkes Jakarta II



Dr. Nursana Heru Apriantoro, S.Si, M.Si
NIP. 196404201989031002

INTISARI

**PROGRAM SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI RADIOLOGI
PENCITRAAN JURUSAN TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN
RADIOTERAPI POLTEKKES JAKARTA II**

SKIRPSI, 2024

STEFHANI SYARIFUDDIN

**PERBANDINGAN NILAI PARAMETER PERFUSI DYNAMIC
SUSCEPTIBILITY CONTRAST (DSC) MENGGUNAKAN DUA BENTUK
PENGUKURAN ROI PADA KASUS TUMOR OTAK**

V Bab + 49 Halaman + 19 Gambar + 6 Tabel + 11 Lampiran

Latar belakang penelitian Tumor otak adalah pertumbuhan sel-sel otak abnormal yang tidak wajar dan tidak terkendali di dalam atau sekitar otak. Perfusi *Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC) adalah metode berbasis *eksogen* yang memerlukan media kontras, perfusi DSC menggunakan pembobotan T2 atau T2* dan menghasilkan nilai dari beberapa parameter perfusi yaitu *Cerebral Blood Flow* (CBF), *Cerebral Blood Volume* (CBV) dan *Mean Transit Time* (MTT).

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai rata-rata parameter DSC menggunakan dua bentuk ROI pada kasus tumor otak.

Desain penelitian menggunakan kuantitatif deskriptif dengan pendekatan komparatif. Data diperoleh di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional mulai bulan Mei – Juni 2024 dengan Populasi penelitian adalah pasien yang telah menjalani pemeriksaan MRI *Brain* dengan perfusi DSC di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional dan jumlah sebanyak 30 sampel pasien MRI yang berupa data sekunder. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi dan eksperimen. Instrument penelitian yang digunakan yaitu lembar kerja, komputer dan perangkat lunak. Untuk mengetahui nilai rata-rata parameter perfusi DSC menggunakan ROI pada kasus tumor otak, dilakukan uji statistik menggunakan SPSS versi 25 dengan uji Wilcoxon.

Kesimpulan dalam pengukuran parameter perfusi DSC menggunakan dua bentuk ROI (Circle ROI dan Point Voxel ROI) pada kasus tumor otak tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Kata Kunci : Tumor Otak, Perfusi DSC, ROI
Daftar Bacaan : 32 Bacaan (2002-2023)

ABSTRACT

**BACHELOR OF APPLIED SCIENCE PROGRAM
IMAGING RADIOLOGY TECHNOLOGY STUDY PROGRAM
RADIO DIAGNOSTICS AND RADIOTHERAPY DEPARTMENT
HEALTH POLYTECHNIC OF HEALTH MINISTRY
JAKARTA II**

**THESIS, 2024
STEFHANI SYARIFUDDIN**

**COMPARISON OF DYNAMIC SUSCEPTIBILITY CONTRAST (DSC)
PERFUSION PARAMETER VALUES USING TWO FORMS OF ROI
MEASUREMENT IN BRAIN TUMOR CASE**

V Chapters + 49 Pages + 19 Images + 6 Tables + 11 Attachments

Background of Research: medically, brain tumor is the growth of an unreasonable and uncontrollable abnormal brain cells occurring inside or around the brain. In relation to which, Dynamic Susceptibility Contrast (DSC) Perfusion is such an exogenous-based method which requires contrast media and uses T2 or T2* weighting and produce several values taken from several perfusion parameters namely Cerebral Blood Flow (CBF), Cerebral Blood Volume (CBV) and Mean Transit Time (MTT).

Objective of Research: this research aims to compare the average values of DSC parameters by using two shapes of ROI in the brain tumor case.

Design of Research: this research applies quantitative descriptive method with comparative approach. Meanwhile, the data of this research was obtained in Radiology Installation of National Center Brain Hospital starting from May up to June 2024 with the Population of research is the patients who had undergone Brain MRI examination with DSC perfusion executed in Radiology Installation of National Brain Center Hospital with as many as 30 samples of MRI of the patients in the form of secondary data. As for the method of data collection, it is taken by conducting among the other things observation and experiment. While research instruments used are namely worksheet, computer and microsoft devices. Furthermore, to know the average values of DSC perfusion parameters using ROI in the brain tumor case, statistics test using SPSS version 25 with Wilcoxon test should be accordingly conducted.

Result of Research: in conclusion, this research suggest that in the measurement of DSC perfusion parameters it uses two shapes of ROI (Circle ROI and Point Voxel ROI), and then in the brain tumor case there is not any significant difference.

Keywords : Brain Tumor, DSC Perfusion, ROI

Reference List : 32 References (2002-2023)

Translated by:



QSS Languages Service
Suhendar, S.S., M.Pd.
English Lecturer

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul :

PERBANDINGAN NILAI PARAMETER PERFUSI DYNAMIC SUSCEPTIBILITY CONTRAST (DSC) MENGGUNAKAN DUA BENTUK PENGUKURAN ROI PADA KASUS TUMOR OTAK

Disusun Oleh : STEFHANI SYARIFUDDIN
NPM : P2.11.30.2.20.051

Telah disidangkan di hadapan Dewan Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II untuk memenuhi sebagai syarat guna untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan.

Jakarta, 03 Juli 2024

Menyetujui,

1. Samsun, S.Si, M.Si
Penguji I (Penguji Utama)

: 

2. Khairil Anwar, S.Pd, M.Kes
Penguji II (Penguji Pendamping)

: 

3. Asumsje Tarigan, S.Si, M.Si
Penguji III (Pembimbing Utama)

: 

4. Mahfud Edy Widiatmoko, S.ST, MKM
Penguji IV (Pembimbing Pendamping)

: 

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “Perbandingan Nilai Parameter Perfusi *Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC) Menggunakan Dua Bentuk Pengukuran ROI Pada Kasus Tumor Otak” dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan tugas akhir pada Program Pendidikan Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II.

Berbagai hambatan serta kendala dalam proses penyusunan skripsi ini tentu saja ada, namun dengan dukungan, bantuan dan bimbingan serta motivasi dari berbagai pihak, penulis mampu bertahan untuk menulis skripsi ini hingga selesai. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kelancaran, kesabaran dan keikhlasan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini
2. Kedua orang tua saya tersayang yaitu Bapak Syarifuddin dan Mama Dani Astuti yang selalu mendoakan, memberikan motivasi serta dukungan kepada penulis, dan juga adik-adik, Muh Al-Fiqri, Nadiva Astila dan Nadinra Syardan yang selalu memberikan semangat.
3. Bapak Dr. Nursama Heru Apriantoro, S.Si, M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II.
4. Bapak Asumsue Tarigan. S.Si, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Materi yang selalu memberikan saran dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Mahfud Edy Widiatmoko, S.ST. MKM, selaku Dosen Pembimbing Teknis yang selalu memberikan saran dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Segenap Dosen dan Staf Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan dan melayani

administrasi surat menyurat, selama Penulis belajar, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.

7. Pihak Rumah Sakit Pusat Otak Nasional terutama Mas Slamet Budi kurniawan, S.Tr. Kes dan seluruh Radiografer dan staf di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional yang telah memberikan izin dan yang selalu membantu penulis terkait data dan informasi yang dibutuhkan penulis.
8. Nahrul Nurang selaku orang terdekat penulis yang selalu memberikan dukungan dan menyemangati penulis.
9. Teman-teman D'Organization, selaku teman yang selalu bersedia menjawab pertanyaan serta berdiskusi dengan penulis.
10. Teman satu bimbingan yang selalu memberikan info bimbingan dan saling menyemangati dalam proses penyusunan skripsi.
11. Teman-teman seperjuangan Program Sarjana Teknologi Radiologi Pencitraan angkatan 2020.
12. Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan terlibat dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam bidang Pencitraan Medis, khususnya bidang *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) di Program Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Poltekkes Jakarta II.

Jakarta, 03 Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penulisan.....	5
F. Keaslian Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN TEORI, KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL, DAN HIPOTESIS PENELITIAN	7
A. Kajian Teori	7
1. <i>Anatomi Brain</i>	7
2. <i>Tumor Otak</i>	9
3. <i>Magnetic Resonance Imaging (MRI)</i>	11
4. <i>Contrast Perfusi MRI</i>	24
5. <i>Region of Interest (ROI)</i>	28
B. Kerangka Konsep	31
C. Definisi Operasional.....	32
D. Hipotesis Penelitian.....	34
BAB III METODE PENELITIAN	35
A. Jenis Penelitian.....	35

B. Tempat dan Waktu Penelitian	35
C. Populasi dan Sample	35
D. Metode Pengumpulan Data	36
E. Instrumen Penelitian.....	36
F. Teknik pengolahan dan analisis data	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
A. Hasil.....	38
B. Pembahasan.....	46
BAB V PENUTUP	49
A. Kesimpulan	49
B. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Anatomi <i>Brain</i> (17)	7
Gambar 2. 2 Arah putaran <i>spin</i> dari proton(24).....	14
Gambar 2. 3 <i>Spin motion</i> atom hidrogen (23).	15
Gambar 2. 4 Inti atom selama proses eksitasi (23).	16
Gambar 2. 5 Kurva <i>T1 Recovery</i> (23).	17
Gambar 2. 6 Kurva <i>T2 Decay</i> (23).....	18
Gambar 2. 7 Pembentukan <i>T1 Contrast</i> (24).....	20
Gambar 2. 8 Pembentukan <i>T1 Contrast</i> (24).....	21
Gambar 2. 9 <i>Spin Echo</i> (24).	22
Gambar 2. 10 <i>Inversion Recovery</i> (24).....	23
Gambar 2. 11 Evaluasi Signal gadolinium(10).....	25
Gambar 2. 12 Penempatan <i>Freehand ROI</i> (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional, 2024)	29
Gambar 2. 13 Penempatan <i>Circle ROI</i> (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional, 2024)	30
Gambar 2. 14 Penempatan <i>Point Voxel ROI</i> (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional, 2024) .	30
Gambar 2. 15 kerangka konsep	31
Gambar 4. 1 Parameter CBF menggunakan <i>Circle ROI</i> dan <i>Point Voxel ROI</i> (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional, 2024).....	39
Gambar 4. 2 Parameter CBV menggunakan <i>Circle ROI</i> dan <i>Point Voxel ROI</i> (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional, 2024).....	39
Gambar 4. 3 Parameter MTT menggunakan <i>Circle ROI</i> dan <i>Point Voxel ROI</i> (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional, 2024).....	40
Gambar 4. 4 Diagram rata-rata nilai parameter perfusi DSC.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Definisi Oprasional	32
Tabel 4. 1 Data Pengukuran nilai parameter perfusi DSC menggunakan <i>Circle</i> ROI dan <i>Point Voxel</i> ROI.....	40
Tabel 4. 2 Hasil rata-rata nilai parameter perfusi DSC menggunakan dua bentuk pengukuran ROI	42
Tabel 4. 3 Hasil Uji Normalitas	44
Tabel 4. 4 Uji Wilcoxon.....	45
Tabel 4. 5 Test Statistic perbedaan rata-rata nilai parameter perfusi DSC	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Biodata penulis	53
Lampiran 2. Biodata Pembimbing Materi	54
Lampiran 3. Biodata Pembimbing Teknis	57
Lampiran 4. Data pengukuran menggunakan ROI	59
Lampiran 5. Hasil Ekspertise Dokter Radiologi	62
Lampiran 6. Output Uji Statistik	64
Lampiran 7. Sampel pengukuran nilai parameter perfusi DSC	66
Lampiran 8. Surat izin observasi	69
Lampiran 9. Lembar Ethical Clearence	71
Lampiran 10. Lembar bimbingan Skripsi	73
Lampiran 11. Lembar cek turnitin	74

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah salah satu modalitas pemeriksaan di bidang kedokteran yang menggabungkan teknologi komputer, medan magnet tinggi, dan gelombang radio untuk menghasilkan gambaran penampang tubuh manusia. Pada pemeriksaan MRI menggunakan radiasi non ionisasi, bersifat *non invasive*, dan menghasilkan resolusi yang tinggi pada jaringan lunak. Hal ini juga memungkinkan pencitraan dari berbagai arah irisan pada semua bidang (*transversal, sagittal, coronal, dan oblique*) untuk hasil pencitraan yang lebih detail dan jelas (1).

MRI memberikan hasil gambar dengan kontras yang tinggi dan tidak menimbulkan resiko radiasi terhadap kesehatan dibandingkan dengan modalitas yang lainnya. MRI mempunyai prinsip interaksi terhadap jaringan yang tereksitasi oleh medan magnet yang dipengaruhi oleh radio frekuensi sehingga terbentuk perbedaan sinyal (2). Salah satu kelebihan MRI adalah dapat menunjukkan perbedaan yang sangat jelas dan lebih sensitif dibandingkan X-ray atau CT scan dalam mengevaluasi anatomi jaringan lunak tubuh. Organ pencitraan MRI terutama mencakup otak, sumsum tulang belakang, sistem saraf dan jaringan lunak sistem *musculoskeletal* (3).

Otak merupakan sistem saraf pusat yang terletak di dalam rongga tengkorak (*cranium*) yang ditutupi oleh lapisan kuat. Otak terbagi menjadi lima bagian yaitu *Telencephalon (cerebrum)*, *Diencephalon (thalamus)*, *Metencephalon (mid brain)*, *Metencephalon (cerebellum)*, dan *Myelencephalon (medulla oblongata)*(4). Kelainan yang dapat terjadi pada otak antara lain *Trauma, Edema, Hydrocephalus, Stroke, Aneurysms, Angiopathies, Prion Encephalopathies*, penyakit *Alzheimer, Dementia*, dan *Tumor* (5).

Salah satu kelainan pada otak adalah tumor. Penyakit tumor otak adalah pertumbuhan sel-sel otak abnormal yang tidak wajar dan tidak terkendali di dalam atau sekitar otak. Tumor otak terbagi menjadi dua yaitu tumor otak primer dan sekunder. Tumor otak primer adalah perubahan sel abnormal dan

tidak terkontrol yang berasal dari sel otak tersebut. Sedangkan, tumor otak sekunder adalah tumor yang menyebar ke otak akibat kanker lain di dalam tubuh. Menurut *Global Cancer Observatory* (2020), angka kejadian tumor otak di seluruh dunia sebanyak 308.102, dimana 166.925 (54,2%) berada di Asia, di Eropa 67.114 (12,8%), di Amerika Utara 18.264 (5,9%), Amerika Latin dan Karibia sebanyak 25.835 (8,4%). Di Afrika sebanyak 18.264 (5,9%) dan di oseania sebanyak 2.438 (0,79%). Di Indonesia terdapat 5.964 (1,5%) kasus tumor otak. Tidak hanya terjadi pada orang dewasa, tetapi tumor otak juga menyerang anak-anak di usia yang relatif muda (6,7).

Proses identifikasi pasien dengan tanda dan gejala kelainan pada *intracranial* pada umumnya menggunakan beberapa modalitas seperti *Computerized Tomography* (CT Scan) dan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), Akan tetapi pada kasus tumor otak menggunakan pemeriksaan MRI karena dapat memberikan informasi yang lebih detail tentang struktur tumor dan dapat membedakan jaringan normal dan abnormal, dibandingkan dengan pemeriksaan CT Scan yang menggunakan sinar X dan bertujuan untuk melihat organ dan perubahan struktur tulang di dalam tubuh (8).

Rangkaian sequence yang digunakan pada pemeriksaan MRI *Brain* kasus Tumor harus tepat sehingga hasil citra MRI dapat menegaskan diagnosa dengan baik. Beberapa sequence yang digunakan meliputi *Axial T2*, *Axial T2 Fluid-Attenuated Inversion Recovery* (FLAIR), *Axial T1*, *Coronal T1*, *Coronal T2 Fluid-Attenuated Inversion Recovery* (FLAIR). Lalu pada post injection contrast media ditambahkan sequence *Axial T1*, *Coronal T1*, *Sagittal T1*(9).

Salah satu hasil gambaran pada pemeriksaan MRI *Brain* pada kasus tumor otak adalah gambaran perfusi. Perfusi MRI atau *Perfusion-Weighted Imaging* (PWI) adalah scanning perfusi dengan menggunakan pulse sequence EPI berbasis *Gradient Echo* (GRE) atau pulse sequence EPI berbasis *Spin Echo* (SE). Data yang diperoleh kemudian diproses untuk mendapatkan peta perfusi dengan berbagai parameter seperti *Cerebral Blood Volume* (CBV), *Cerebral Blood Flow* (CBF), *Mean Transit Time* (MTT), dan *Time To Peak* (TTP)(10). Perfusi secara fisiologis didefinisikan sebagai pengiriman darah yang stabil

pada suatu jaringan dengan kata lain, aliran darah kapiler. Dalam pencitraan perfusi mempunyai tiga metode yang umum digunakan untuk pencitraan MRI *Brain* perfusi yaitu, *Arterial Spin Labeling* (ASL), *Dynamic Contrast Enhanced* (DCE), dan *Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC) (11).

Metode *Arterial Spin Labelling* (ASL) yang merupakan metode berbasis *endogen*, bersifat *non invasive*, dan tidak menggunakan media kontras dan pada metode ini memperlihatkan kandungan oksigen dalam pembuluh darah dan *cerebral blood flow* (CBF). Metode *Dynamic Contrast Enhanced* (DCE) merupakan metode yang berbasis *eksogen*. Metode ini bergantung pada waktu pembobotan T1. Metode *Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC) adalah metode berbasis *eksogen* yang memerlukan media kontras. Pada awal penggunaan MRI perfusi, dosis media kontras yang digunakan hingga 0,2 mmol/kg, tetapi saat ini sebagian besar pemeriksaan MRI perfusi dengan dosis 0,1 mmol/kg. Kontras di injeksikan secara intravena menggunakan kontras Gadolinium. Injeksi dimulai dengan penundaan sekitar 20 detik dari awal rangkaian perfusi DSC (12).

Di Rumah Sakit Pusat Otak Nasional menggunakan metode perfusi *Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC), media kontras yang digunakan Gadolinium dengan jumlah dosis 0,5 mmol/kg. Teknik pemberian media kontras menggunakan manual *injection* melalui *intravena* dengan penundaan sekitar 7 detik setelah sequence *ep2d_perf_p2* dimulai agar mendapatkan gambaran perfusi sebelum, selama dan setelah pemberian media kontras.

Metode DSC menggunakan pembobotan T2 atau T2* dan menghasilkan nilai dari beberapa parameter perfusi yaitu *Cerebral Blood Flow* (CBF), *Cerebral Blood Volume* (CBV) dan *Mean Transit Time* (MTT)(12). Nilai-nilai ini kemudian dapat digunakan untuk membuat peta warna perfusi *regional*. Nilai parameter DSC dapat diperoleh dengan menempatkan *Region Of Interest* (ROI). Bentuk pengukuran ROI dapat didefinisikan sebagai area yang spesifik dalam gambaran MRI yang diletakkan secara khusus pada bagian tumor atau bagian penting lainnya yang berfungsi untuk menghasilkan nilai dari parameter DSC. Terdapat dua jenis ROI dalam pengukuran nilai yang di hasilkan suatu parameter yaitu ROI 3 Dimensi (3D) dan ROI 2 Dimensi (2D), ROI 3D adalah

area atau volume yang dipilih dari beberapa “irisan” atau gambar medis yang berdekatan sedangkan ROI 2D area yang dipilih dalam satu bagian gambar yang memuat tumor dengan berbagai bentuk pengukuran ROI seperti *Freehand* ROI, *Circel* ROI dan *Point Voxel* ROI (13,14).

Freehand ROI adalah jenis ROI dengan penempatan di sekitar batas tumor dengan mengelilingi bagian citra peta yang berisi area tumor, ROI ini ditentukan dengan menggambar garis tumor. *Circel* ROI adalah jenis ROI dalam bentuk lingkaran dengan luas area tertentu yang ditempatkan pada area tumor dengan menghasilkan nilai dari parameter DSC. *Point Voxel* ROI adalah jenis ROI dengan penempatan yang dilakukan dengan menggambar 1 titik ROI pada citra peta DSC yang memuat area tumor (13).

Penelitian tentang pengukuran parameter perfusi DSC pada pasien glioma dilakukan oleh Valentina Kouwenberg, menggunakan *Circle* ROI dan ROI Poligonal dengan penempatan ROI di area tumor yang diinginkan dan dapat disimpulkan bahwa penggunaan ROI tersebut memberikan hasil yang maksimal dalam pengukuran parameter perfusi DSC(14). Penelitian lain dilakukan oleh Andres's Ortiz tentang penggunaan ROI otomatis pada MRI *Brain*. Salah satu jenis ROI yang digunakan yaitu *Point Voxel* ROI dengan penempatan 1 titik di area tumor, dan dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Point Voxel* ROI memberikan hasil yang baik dengan menunjukkan kekuatan sinyal lebih tinggi dibandingkan area lain (15).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis tertarik melakukan penelitian pengukuran nilai parameter DSC dengan menggunakan dua bentuk pengukuran ROI yaitu *Circle* ROI dan *Point Voxel* ROI dalam sebuah tugas akhir yang berjudul **“PERBANDINGAN NILAI PARAMETER PERFUSI DYNAMIC SUSCEPTIBILITY CONTRAST (DSC) MENGGUNAKAN DUA BENTUK PENGUKURAN ROI PADA KASUS TUMOR OTAK”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah mengetahui nilai rata-rata pada parameter *Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC) dari dua bentuk pengukuran ROI pada kasus tumor otak.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah Memfokuskan pada dua bentuk pengukuran ROI dengan menghitung nilai rata-rata terhadap parameter perfusi *Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC) pada kasus tumor otak.

D. Tujuan Penelitian

1. Tujuan umum:

Tujuan umum pada penelitian ini adalah Untuk mengetahui variasi bentuk pengukuran ROI pada parameter perfusi *Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC) pada kasus tumor otak.

2. Tujuan khusus:

- a. Menganalisis perbedaan nilai parameter CBF pada dua bentuk pengukuran ROI
- b. Menganalisis perbedaan nilai parameter CBV pada dua bentuk pengukuran ROI
- c. Menganalisis perbedaan nilai parameter MTT pada dua bentuk pengukuran ROI

E. Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi dan wawasan informasi terkait pengaruh bentuk ROI dalam mengukur nilai parameter perfusi *Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC).

2. Manfaat bagi penulis

Penelitian ini diharapkan menjadi tambahan ilmu dan pengalaman bagi penulis serta dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak sebagai suatu referensi.

3. Manfaat bagi praktisi

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman yang lebih baik tentang nilai parameter perfusi *Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC) menggunakan pengukuran ROI dan meningkatkan dapat kualitas diagnosis pada kasus tumor otak.

F. Keaslian Penelitian

Menurut informasi yang penulis dapatkan penelitian yang berjudul “perbandingan nilai parameter perfusi *Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC) menggunakan dua bentuk pengukuran ROI pada kasus tumor otak” belum pernah dilakukan sebelumnya tetapi terdapat penelitian yang sejenisnya yaitu pernah dilakukan oleh peneliti dari Poltekkes Semarang dengan judul “Prosedur Pemeriksaan MRI *Brain* dengan metode *Perfusion Dynamic Susceptibility Contrasts* (DSC) pada kasus stroke di RSUP DR Sardjito Yogyakarta”. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan peranan pemeriksaan MRI *Brain* dengan metode *Perfusion Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC) pada kasus stroke di RSUP Dr Sardjito Yogyakarta.

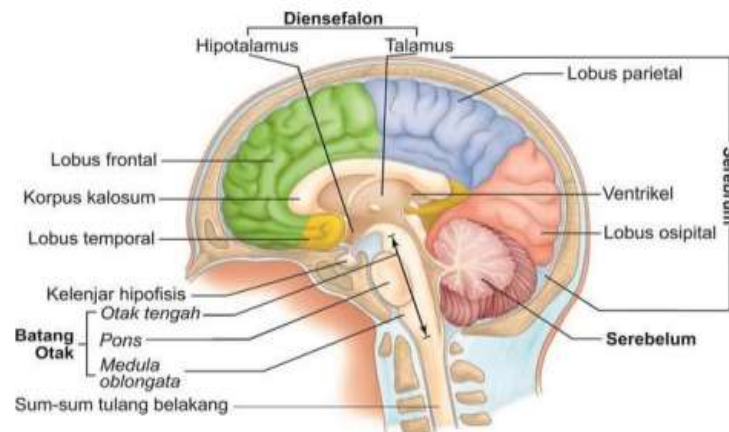
BAB II

KAJIAN TEORI, KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL, DAN HIPOTESIS PENELITIAN

A. Kajian Teori

1. Anatomi Brain

Otak (*brain*) adalah pusat pengendali tubuh yang berfungsi untuk menerima, menyimpan dan meneruskan informasi. Otak merupakan organ yang sangat mudah beradaptasi meskipun neuron-neuron di otak mati dan tidak mengalami regenerasi, kemampuan adaptif atau plastisitas pada otak dalam situasi tertentu bagian-bagian yang rusak. Otak merupakan bagian yang terbesar dan paling kompleks diantara seluruh sistem saraf. Secara garis besar otak dibagi menjadi tiga bagian yaitu otak besar (*cerebrum*), otak kecil (*cerebellum*), *diencephalon* dan batang otak (16).



Gambar 2. 1 Anatomi Brain (17)

a. Otak Besar (*cerebrum*)

Cerebrum adalah bagian terluas dan terbesar dari otak, mengisi penuh bagian atas depan rongga tengkorak. Otak mempunyai permukaan atas dan permukaan bawah yang dilapisi oleh lapisan kelabu yaitu pada bagian konteks *cerebral* dan dilapisi putih pada bagian dalam yang mengandung serabut saraf. *Cerebrum* dibagi kedalam lobus-lobus yang dinamakan berdasarkan letak anatomisnya dengan tulang cranium (18).

1. Lobus *frontalis*

Lobus *frontalis* terletak di bagian depan otak dengan kemampuan intelektual yang tinggi, misalnya kemampuan berpikir dan memberi alasan berbicara, penciuman, emosi, dan mengatur gerak tubuh.

2. Lobus *parietalis*

Lobus *parietalis* terletak dibagian tengah otak. Lobus ini berhubungan dengan gerak sadar, yaitu bertanggung jawab sebagai pusat kerja kulit dan otot.

3. Lobus *temporalis*

Lobus *temporalis* terletak dibagian samping otak. Lobus ini berhubungan dengan perkembangan emosi. Lobus *temporalis* juga bertanggung jawab sebagai pusat pendengaran.

4. Lobus *oksipital*

Lobus *oksipital* terletak dibagian belakang otak. Lobus ini bertanggung jawab terhadap interpretasi visual dan proses penglihatan yang berasal dari stimulus saraf optik.

b. *Cerebellum*

Cerebellum adalah pembentuk otak kecil (terdiri dari dua *hemisfer lateral* dan bagian garis tengah di *fossa cranial posterior* di bawah *tentorium cerebellum* dan *pons* (di depan *cerebellum* dan merupakan bagian *fossa cranial posterior* berhadapan dengan *clivus* dan *dorsum sellae*) (5). *Cerebellum* merupakan komponen kedua terbesar pada otak manusia. Bagian dalam *cerebellum* mengandung sel yang disebut *white matter*. Fungsi *cerebellum* adalah mengkoordinasi gerakan, menjaga postur, dan mengatur keseimbangan.

c. *Hypothalamus*

Hypothalamus berfungsi dalam pengendalian fungsi tubuh. *Hypothalamus* tidak hanya mengontrol rasa lapar, haus dan suhu tubuh. Fungsi *hypothalamus* juga dapat mengontrol denyut jantung, mengendalikan Susana hati dan mengatur siklus fisiologii harian.

d. *Thalamus*

Thalamus bagian otak besar yang menjadi pusat pengiriman implus sensorik utama, yang menerima dan menyampaikan implus saraf sensorik ke otak dan implus saraf motoric ke pusat otak yang lebih rendah.

e. Batang Otak

Batang otak merupakan bagian belakang otak. Berfungsi sebagai penghubung otak besar ke saraf tulang belakang, serta mengirim dan menerima anantara berbagai bagian tubuh dan otak. Batang otak terdiri dari 3 struktur utama yaitu otak tengah, *pons*, dan *medulla oblongata* dengan formasi *reticular* yang tersebar di ketiga daerah tersebut(17,18).

1. Otak tengah merupakan bagian dari batang otak yang mengandung saraf sending dan desending. Mengirimkan implus saraf sensorik dari sumsum tulang belakang menuju thalamus dan implus saraf motoric dari otak ke sumsum tulang belakang dan dapat menggerakkan bola mata, kepala, dan leher dalam menanggapi rangsangan visual dan pendengaran(17).
2. *Pons* adalah bagian dari batang otak pada manusia, terletak di tengah otak, di atas *medulla oblongata*, dan di anterior otak kecil. Salah satu tujuannya untuk mengatur pernafasan secara autonomik
3. *Medulla oblongata* adalah bagian dari batang otak yang letaknya setelah *pons*. Bagian otak ini secara langsung mengontrol pernafasan, pencernaan, aliran darah dan sebagai penghubung antara *pons* dan saraf tulang belakang.

2. Tumor Otak

Tumor otak merupakan salah satu masalah yang dapat menyebabkan kecacatan dan kematian yang mempengaruhi kehidupan manusia dan memiliki angka kekambuhan yang tinggi akibat respon yang buruk terhadap pengobatan (19). Menurut *Global Cancer Observatory* (2020), angka kejadian tumor otak di seluruh dunia sebanyak 308.102, dimana 166.925 (54,2%) berada di Asia, di Eropa 67.114 (12,8%), di Amerika Utara 18.264 (5,9%), Amerika Latin dan Karibia sebanyak 25.835 (8,4%). Di Afrika sebanyak 18.264 (5,9%) dan di oseania sebanyak 2.438 (0,79%). Di Indonesia terdapat 5.964 (1,5%) kasus tumor otak. Tidak hanya terjadi pada orang dewasa, tetapi tumor otak juga menyerang anak-anak di usia yang relatif muda (6)

a. Etiology

Tumor otak merupakan pertumbuhan sel otak yang abnormal di dalam atau sekitar otak secara tidak wajar dan tidak terkendali. Sel merupakan susunan dasar yang menyusun jaringan dan organ pada tubuh. sel yang tidak normal di

dalam tumor otak membentuk benjolan yang tumbuh di daerah sekitar otak yang dapat mengganggu fungsi otak (7).

Tumor otak merupakan jenis tumor yang tidak hanya terjadi pada orang dewasa, tetapi tumor otak juga menyerang anak-anak di usia yang relatif muda. Penyebab terjadinya tumor otak belum di ketahui secara pasti hingga saat ini, namun ada beberapa faktor lingkungan yang mendapat perhatian sebagai kemungkinan penyebab tumor otak seperti genetik, trauma/ cedera pada bagian kepala, alergi dan radiasi pengion (20).

Berdasarkan faktor lingkungan yang memungkinkan terjadi tumor otak, adapun gejala-gejala yang dialami pasien tumor otak seperti sakit kepala terus menerus, gangguan pada ingatan, gangguan keseimbangan bahkan resiko kematian (6).

b. Klasifikasi

Tumor otak terbagi menjadi dua jenis yaitu tumor otak primer dan tumor otak sekunder.

1. Tumor otak primer

Pertumbuhan abnormal yang dimulai di otak dan biasanya tidak menyebar ke bagian lain dari tubuh. Tumor otak primer bisa tergolong jinak ataupun ganas (21). Tumor otak jinak tumbuh secara perlahan, memiliki batas yang berbeda dan jarang menyebar sedangkan tumor otak ganas tumbuh dengan cepat memiliki batas tidak teratur, dan menyebar ke daerah otak tertentu.

2. Tumor otak sekunder

Gangguan dimulai sebagai kanker dari organ lain yang tumbuh dan menyebar ke otak, hal ini terbentuk ketika sel-sel kanker dibawa ke dalam aliran darah. Kanker yang paling umum menyebar ke area otak adalah paru-paru dan payudara.

Adapun jenis tumor otak ringan yang dapat terjadi antara lain(22):

a. Glioma

Glioma adalah jenis tumor yang terjadi di otak dan sumsum tulang belakang.

b. *Meningioma*

Meningioma adalah tumor yang muncul dari selaput yang mengelilingi otak dan sumsum tulang belakang atau cerebellum.

c. Tumor Hipofisis

Tumor hipofisis ini adalah tumor dengan pertumbuhan abnormal yang berkembang di kelenjar hipofisis.

3. *Magnetic Resonance Imaging (MRI)*

a. Pengertian MRI

Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah salah satu modalitas pemeriksaan di bidang kedokteran yang menggabungkan teknologi komputer, medan magnet tinggi, dan gelombang radio untuk menghasilkan gambaran penampang tubuh manusia. Pada pemeriksaan MRI menggunakan radiasi non ionisasi, bersifat *non invasive*, dan menghasilkan resolusi yang tinggi pada jaringan lunak. Hal ini juga memungkinkan pencitraan dari berbagai arah irisan pada semua bidang (*transversal, sagittal, coronal, dan oblique*) untuk hasil pencitraan yang lebih detail dan jelas (1).

b. Komponen Dasar MRI

Komponen dasar dalam sistem MRI yaitu magnet utama, sistem *gradient*, sistem radiofrekuensi dan sistem komputer

1. Magnet Utama

Magnet Utama adalah magnet yang menghasilkan kuat medan magnet yang mampu menginduksi jaringan atau benda. Hal ini dapat menyebabkan objek tersebut menjadi magnet. Magnet dikelompokkan menjadi empat sistem yaitu sistem medan magnet rendah (kurang dari 0,5 T), medan magnet sedang (0,5 T hingga 1,5 T), medan magnet tinggi (1,5 T hingga 3 T) dan medan magnet yang sangat tinggi (lebih dari 3 T). Medan magnet pada arus MRI menggunakan salah satu magnet yaitu magnet superkonduktor. Tugas magnet utama adalah menghomogenkan atom hidrogen secara acak di dalam tubuh (1).

a. Magnet permanen

Magnet permanen adalah medan magnet yang menghasilkan hingga 0,3 Tesla dan di buat untuk menginduksi medan magnet ke dalam feromagnetik. Medan magnet ini berukuran besar dan beratnya mencapai 100 ton (20.000

pon) dengan perawatan yang relative murah dan memancarkan sinyal lemah. Kekuatan maksimal yang dihasilkan pada medan magnet permanen yaitu 0,5 T (23).

b. Magnet Resistif

Magnet resistif menghasilkan medan magnet dengan kekuatan 0,2 T hingga 0,4 Tesla. Magnet resistif dibuat oleh arus listrik yang melewati kawat yang melilit bahan feromagnetik, untuk membuat medan magnet di sekitar kawat dan tetap termagnetisasi, diperlukan energi listrik yang konstan untuk memperkuat medan yang dihasilkan. Medan magnet ini beratnya kurang dari 100 ton. Hasil dari medan magnet terbatas karena disebabkan oleh hambatan dari arus listrik pada kawat yang kemudian menyebabkan pemanasan cukup besar (23).

c. Magnet superkonduktor

Magnet superkonduktor adalah medan magnet yang menghasilkan kekuatan hingga 7 Tesla. Magnet superkonduktor memiliki prinsip yang sama dengan magnet resistif yaitu menghantarkan arus listrik melalui kawat kumparan. Magnet superkonduktor menggunakan cairan *cryogen* dalam bentuk helium cair dan bahan feromagnetik untuk menciptakan medan magnet dan nitrogen cair digunakan pendinginnya.

Penggunaan cairan *cryogen* dapat memulihkan resistansi kawat, meningkatkan arus dan menciptakan medan magnet yang kuat, tetapi juga memiliki kelemahan. Penggunaan *cryogen* bisa berisiko jika suhunya naik. Perawatan yang digunakan relative mahal karena harus diisi dengan helium sebagai pendingin magnet superkonduktor. Hampir 95% sistem MRI saat ini memiliki magnet superkonduktor (1).

2. Sistem *Gradient*

Sistem *Gradient* merupakan sistem penilaian yang dibuat dengan menambahkan dua atau lebih kumparan yang membawa arus searah *amplitude* dan arah tertentu dengan geometri yang terdefinisi dengan baik. Sistem *gradient* sebagai bagian pengkodean, frekuensi dan pengkodean fase. Terdapat tiga kumparan gradient pada medan magnet yaitu X, Y dan Z yang saling tegak lurus. Sistem *gradient* digunakan untuk membangkitkan suatu medan magnet(24)

3. Sistem *Radio Frekuensi* (RF)

Sistem RF merupakan sistem yang menghasilkan sinyal frekuensi radio, menerima sinyal dari bagian tubuh yang diperiksa lalu mengirimkannya ke komputer untuk memproses gambar. Kumparan Radio Frekuensi terdiri dari dua buah kumparan yaitu pemancar dan penerima. Fungsi kumparan pemancar adalah untuk mentransmisikan gelombang RF sehingga terjadi eksitasi, sedangkan fungsi kumparan penerima adalah menerima keluarnya sinyal setelah eksitasi. Kumparan RF digunakan untuk menghasilkan pulsa RF atau membangkitkan proton yang beresonansi dengan proton lainnya pada frekuensi larmor dalam bidang yang tegak lurus terhadap arah medan magnet utama (24).

4. Sistem Komputer

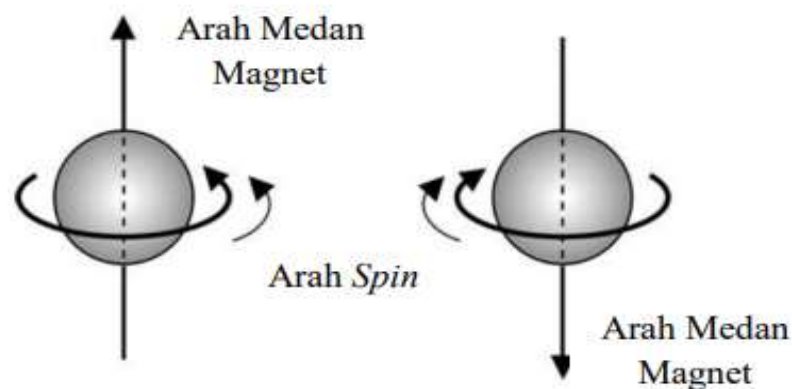
Sistem komputer merupakan sistem yang berfungsi untuk menjalankan program aplikasi. Sistem computer ini terletak di ruang kontrol, pada program aplikasi ini bertanggung jawab secara keseluruhan dalam menggunakan sistem MRI, menentukan parameter, memperoses, menampilkan serta menyimpan gambaran MRI (1).

c. Prinsip kerja MRI

1. inti atom hidrogen

Atom merupakan bagian terkecil dalam suatu zat atau benda, jenis atom yang paling banyak di dalam tubuh manusia adalah hidrogen. Atom hidrogen paling banyak ditemukan dalam molekul air (H_2O) dan lemak (dalam variasi tertentu). Unsur atom terdiri dari proton, neutron dalam inti yang bergerak sendiri pada sumbunya dan elektron yang bergerak mengelilingi inti dan berotasi pada sumbuhnya sendiri. Proton dan neutron hanya berotasi pada inti yang mempunyai nomor atom dan nomor massa ganjil. Nomor atom menunjukkan jumlah proton dan nomor massa menunjukkan jumlah proton dan neutron. Inti atom yang memiliki nomor massa ganjil disebut *MR active nuclei*. Inti atom dalam kondisi normal pada tubuh manusia tersusun secara acak, sehingga tidak terjadi magnetisasi jaringan, namun jika pasien ditempatkan diluar medan magnet B_0 , maka arah magnet hilang dari atom hidrogen (23,24).

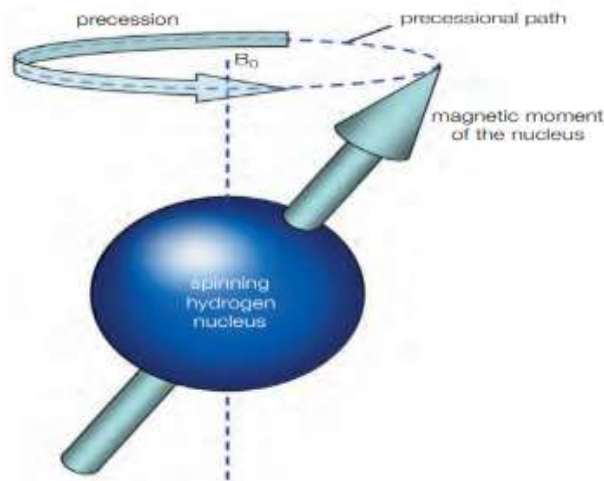
Atom dengan inti yang berputar atau bergerak (*spin*) dalam pencitraan MRI dapat menciptakan medan magnet. Medan magnet tersebut terjadi dari pergerakan proton hidrogen yang memiliki dua keadaan energi. Gambar 2.2 Menunjukkan beberapa proton hidrogen yang berputar ke arah berlawanan dan memiliki medan magnet ka dalam arah yang berlawanan. Hasil dari arah putaran proton menunjukkan dua keadaan energi proton hidrogen yang memiliki tingkat energi yang berbeda. Inti atom hidrogen pada energi rendah akan searah (*parallel*) terhadap medan magnet statis, sedangkan inti atom hidrogen yang mempunyai energi tinggi akan berlawanan arah (*anti parallel*) dengan medan magnet(23,24)



Gambar 2. 2 Arah putaran *spin* dari proton(24).

2. Presesi dan Frekuensi Larmor

Presesi merupakan pengaruh kuat medan magnet (B_0) yang menyebabkan putaran tambahan disekitar medan magnet utama. Presesi mengakibatkan momen magnetik dengan mengikuti jalur melingkar di sekitar B_0 , proses presesi terjadi secara terus menerus pada inti atom yang ditempatkan dalam medan magnet. Selama proses sifat interaksi *Zeeman* menyebabkan momen magnet cenderung lebih kearah B_0 dari pada sebaliknya. Hal ini mengakibatkan momen magnet berlebih yang sejajar dengan arah medan terbentuk yang disebut dengan vektor medan magnet bersih (NMV). Kecepatan pada gerakan NMV disekitar B_0 disebut “frekuensi presesi” (23).



Gambar 2. 3 *Spin motion* atom hidrogen (23).

Inti atom yang sedang mengalami *spin* ketika bertemu medan magnet eksternal (B_0) akan mengalami interaksi medan magnet yang menyebabkan pergerakan berputar yang serupa dengan gerakan sebuah spinning top ketika bergerak pelan. Spinning top berputar atau bergoyang di atas sumbu bidang vertikal, pergerakan ini disebut presesi atau *wobble*. Frekuensi presesi sebanding dengan kekuatan medan magnet eksternal (B_0) dan tergantung dari tipe inti atomnya. Frekuensi presesi sering disebut dengan frekuensi larmor karena ditentukan dengan persamaan larmor

$$\omega_0 = \gamma B_0$$

Dengan keterangan:

ω_0 : frekuensi *precessional* atau larmor (Hz/MHz)

γ : Rasio *gyromagnetic* (MHz/T), dan

B_0 : kuat medan magnet eksternal (T)

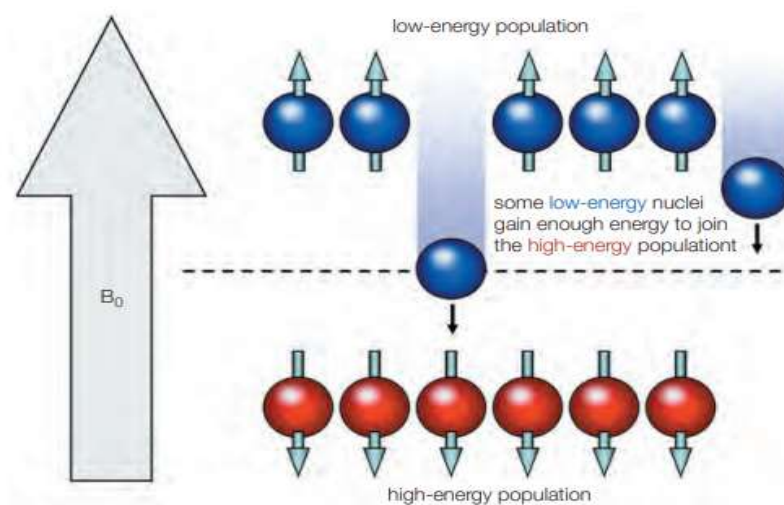
Satuan frekuensi presesi yaitu *hertz* (Hz) adalah satu rotasi per detik, dan 1 *megahertz* (MHz) adalah satu juta rotasi per detik, semua inti atom hidrogen yang masuk ke dalam medan magnet akan melakukan presesi disekitar medan magnet. Satuan rasio *gyromagnetic* adalah MHz/T. Rasio *gyromagnetic* dari atom hidrogen adalah 42,57 MHz/T. Atom hidrogen inti lainnya memiliki rasio

gyromagnetic yang berbeda-beda, sehingga magnetik dipolnya memiliki frekuensi yang berbeda juga pada kekuatan medan magnet yang sama (23).

3. Resonansi

Resonansi adalah suatu peristiwa yang terjadi ketika benda bergerak karena gangguan osilasi yang memiliki frekuensi dekat dengan frekuensi yang alaminya. Inti atom yang terpapar gangguan eksternal dengan frekuensi yang sama pada frekuensi alaminya akan menyerap energi dan beresonansi, jika energi yang di berikan mempunyai frekuensi berbeda maka resonansi tidak terjadi dan inti atom tidak menadapatkan energi.

Resonansi terjadi ketika suatu objek diberikan gangguan berupa gelombang radio dengan frekuensi yang sama pada frekuensi presisi larmornya. Agar terjadi resonansi, radiofrekuensi (RF) harus memiliki frekuensi larmor yang sama dengan atom hidrogen yaitu 42,57 MHz/T. Pulsa RF diberikan untuk menginduksi resonansi yang disebut eksitasi artinya pulsa eksitasi RF memberikan energi ke inti hidrogen dan menyebabkan inti hidrogen dengan energi yang tinggi menjadi *spin down*, hal ini terjadi karena inti hidrogen dengan energi yang rendah *spin down* menyerap energi dari pulsa eksitasi RF dan pindah ke populasi berenergi tinggi. Pada saat yang sama inti energi dirangsang untuk melepaskan energi dan kembali pada keadaan energi rendah seperti yang terlihat pada (gambar 2) (23).



Gambar 2. 4 Inti atom selama proses eksitasi (23).

4. Signal MR

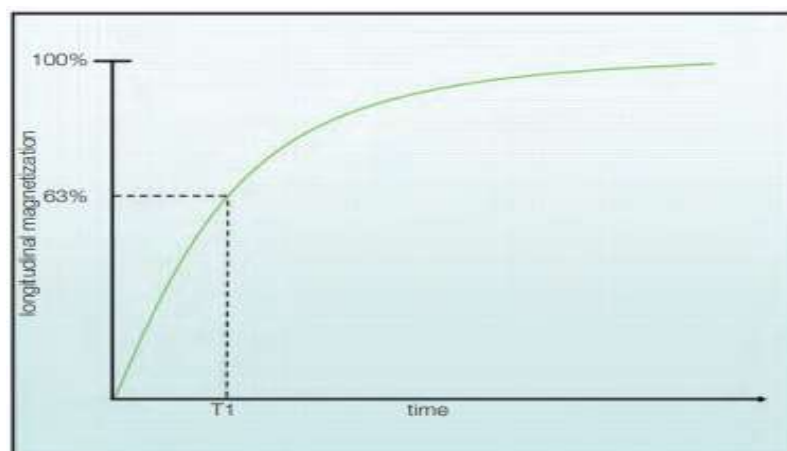
Signal MR merupakan dampak dari Resonansi *Net Magnetization Vector* (NMV) yang teratur dalam bidang transversal. Hukum *Faraday* menyatakan apabila *receiver coil* diletakkan di daerah medan magnet yang bergerak seperti NMV, yang berpresesi pada bidang transversal dan menghasilkan tegangan pada *coil* penerima. NMV yang bergerak akan mengubah medan magnet di dalam kumparan. Tegangan dihasilkan ketika NMV melakukan presesi sesuai dengan frekuensi larmor di bidang transversal. Frekuensi sinyal harus sama dengan frekuensi larmor, besarnya signal tergantung dari banyaknya jumlah magnetisasi yang terdapat pada garis transversal(24).

5. Relaksasi

Relaksasi adalah proses proton melepaskan energi yang diserap oleh pulsa RF. Relaksasi terjadi akibat proton yang melepaskan energi tambahan dan kembali ke bentuk semula yang ditandai dengan waktu relaksasi.

a. T1 Recovery

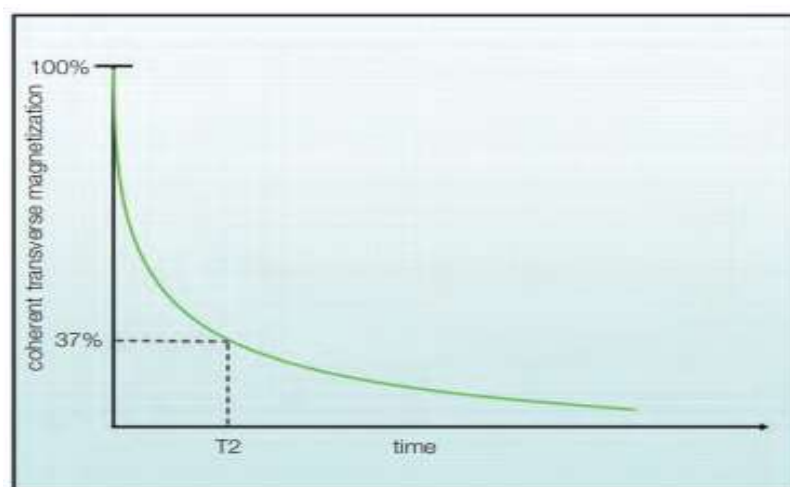
T1 *Recovery* terjadi karena inti atom hidrogen kehilangan energi ke daerah (*Spin-Lattice Relaxation*). Energi tersebut menyebabkan magnetisasi pada bidang longitudinal (*Recovery*) dan waktu *recovery* konstan terjadi sebagai proses eksponensial di sebut waktu relaksasi T1. Waktu relaksasi T1 adalah waktu yang dibutuhkan jaringan mencapai pemulihan magnetisasi longitudinal hingga 63% terlihat pada (gambar 2.5). Nilai T1 akan pendek pada jaringan lemak dan panjang untuk cairan dalam tubuh. Jaringan dengan nilai T1 pendek memperlihatkan lemak lebih terlihat terang, sedangkan T1 panjang air akan tampak gelap (23).



Gambar 2. 5 Kurva T1 *Recovery* (23).

b. *T2 Decay*

T2 Decay terjadi pada pertukaran energi antara energi inti atom hidrogen yang disebut *spin-spin* relaksasi. Proses *T2 decay* menyebabkan melemahnya magnetisasi pada bidang transversal. Waktu yang diperlukan jaringan untuk *decay* dari 63% sampai tersisa 37% disebut dengan waktu relaksasi *T2*. Waktu *T2* lebih singkat dibandingkan waktu *T1*, pada pembobotan *T2* panjang gambaran air akan lebih terlihat terang, sebaliknya pada pembobotan *T2* pendek gambaran lemaknya terlihat gelap (23).



Gambar 2. 6 Kurva *T2 Decay* (23).

d. Parameter MRI

Parameter MRI bertujuan untuk menghasilkan citra yang optimal. Parameter yang dimaksud sebagai berikut:

1. *Time Repetition* (TR)

Time Repetition (TR) merupakan penerapan satu pulsa RF ke penerapan pulsa RF berikutnya. Interval waktu pada pengaplikasian pulsa disebut *Time Repetition* (TR). *Time Repetition* menentukan jumlah *recovery* yang terjadi sehingga dapat mengontrol *T1 recovery*(24).

2. *Time Echo* (TE)

Time Echo (TE) merupakan waktu pemberian pulsa RF hingga sinyal dibaca dalam *receiver coil* dan juga diukur dalam *millisecond* (ms). TE menentukan banyaknya peluruhan *T2* dari magnetisasi *transversal*. Oleh

karena itu TE mengontrol jumlah relaksasi T2 atau waktu peluruhan yang telah terjadi(24)

3. *Flip Angel* (FA)

Flip Angel (FA) merupakan sudut yang diperoleh dari NMV yang berputar pada bidang transversal. Besar nilai FA dipengaruhi oleh nilai amplitud dan durasi pulsa RD. signal maksimum pada FA apabila mencapai 90° dan apabila FA kecil maka nilai SNR rendah (24,25).

4. *Slice Thickness*

Slice Thickness adalah tingkat ketebalan irisan yang akan mempengaruhi resolusi pada citra. Meningkatkan ketebalan irisan akan mengurangi spasial resolusi dan jika mengurangi ketebalan irisan maka akan meningkatkan spasial resolusi citra. Semakin tipis irisan atau ketebalan akan menghasilkan resolusi yang lebih baik(24).

e. Pembobotan MRI

1. Pembobotan T1

Pembobotan T1 berfungsi baik dalam mencitrakan anatomi dan dipengaruhi oleh TR. Pembobotan T1 adalah citra yang kontrasnya bergantung pada perbedaan T1 dan waktu. Pembobotan T1 dihasilkan dengan menggunakan TR dan TE yang pendek yaitu TR: 400-700 ms dan TE: 10-30 ms. Waktu yang dibutuhkan air untuk relaksasi lebih lama pada citra dan akan tampak gelap (*Hypointense*), sedangkan waktu yang dibutuhkan lemak lebih singkat untuk relaksasi pada citra lemak dan akan tampak terang (*hyperintense*)(24).

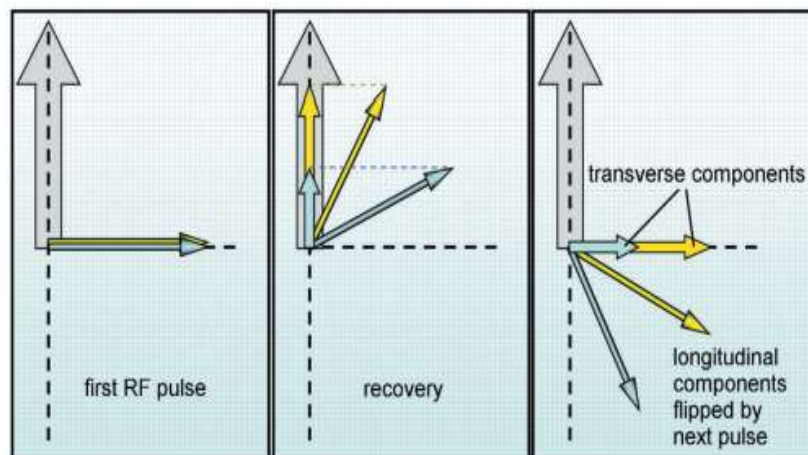
2. Pembobotan T2

Pembobotan T2 berfungsi baik dalam mencitrakan patologi dan dipengaruhi oleh TE. Pembobotan T2 adalah citra yang kontrasnya bergantung pada penundaan waktu T2, untuk mendapatkan gambar dengan pembobotan T2, TE harus panjang agar lemak dan air dapat terlihat jelas. Jika TE pendek maka lemak tidak mempunyai waktu untuk peluruhan. Pembobotan T2 dihasilkan dengan menggunakan TR dan TE yang panjang, yaitu TR: 2000+ ms dan TE: 70 ms dan waktu peluruhan membutuhkan air yang lebih lama pada citra agar tampak terang (*hyperintense*), sedangkan untuk waktu

peluruhan yang dibutuhkan lemak lebih singkat dengan tampak gelap (*Hypointense*)(24).

3. T1 Contrast

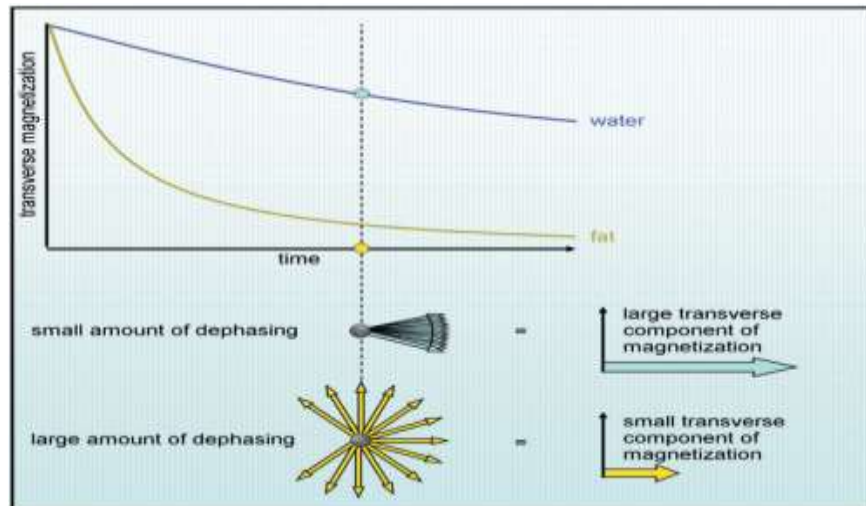
T1 Contrast adalah waktu pada T1 yang dimana lemak lebih pendek dari air, sehingga vector lemak akan sejajar dengan B0 lebih cepat dibandingkan air. Oleh karena itu. Komponen magnetisasi longitudinal di dalam lemak lebih besar dibandingkan komponen longitudinal pada air. Setelah memastikan TR lebih pendek dari waktu relaksasi total jaringan, maka pulsa eksitasi RF membalikkan komponen magnetisasi longitudinal lemak dan air ke dalam bidang transversal (90°)(24).



Gambar 2. 7 Pembentukan T1 Contrast(24).

4. T2 Contrast

T2 Contrast adalah Waktu T2 yang dimana lemak lebih pendek dari pada air, sehingga komponen transversal magnetisasi lemak meluruh lebih cepat. magnetisasi transversal di dalam air lebih besar dibandingkan magnetisasi transversal pada lemak. Oleh karena itu, lemak memiliki sinyal yang rendah dan tampak gelap pada citra kontras T2(24).



Gambar 2. 8 Pembentukan T1 Contrast(24).

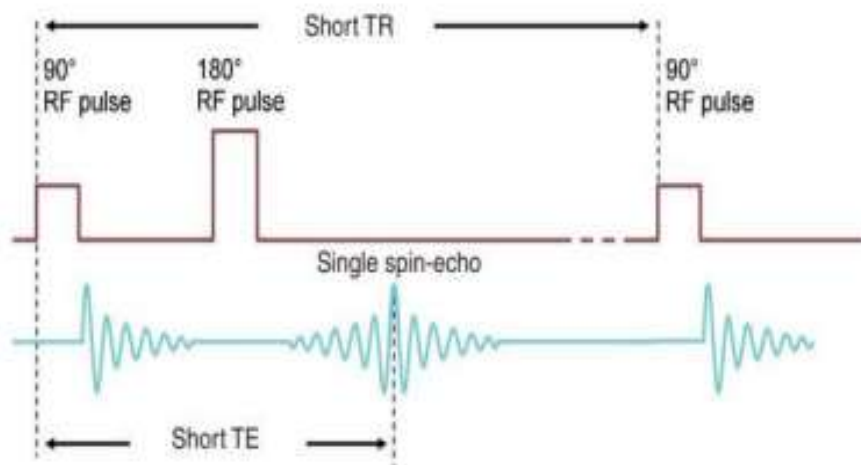
f. Pulsa Sequence MRI

Rangkaian pulsa *sequence* adalah kombinasi pulsa radio frekuensi (RF) dan gelombang *gradien* untuk mengubah arah *vector* magnetisasi dan menerima sinyal gema dengan mengontrol interval antar pulsa. Setiap urutan pulsa *sequence* umumnya ditentukan oleh beberapa parameter dan protokol MRI.

1. *Spin Echo*

Spin Echo adalah pulsa *sequence* yang sering digunakan dalam pencitraan MRI dan menghasilkan citra pembobotan T1, T2 dan *Proton Density* (PD). *Spin Echo* di kendalikan oleh TR (*Time Repetition*) dan TE (*Time Echo*). Pada metode *sequence* SE untuk menghasilkan sinyal NMR, rangkain pulsa RF yang diberikan yaitu pulsa 90° dan 180° . Intensitas sinyal *sequence* SE dipengaruhi oleh waktu relaksasi T1 dan T2.

Waktu selang antara pulsa RF 90° ke pulsa RF 90° disebut dengan *Time Repetition* (TR), sedangkan waktu selang antara pulsa RF 90° dan sinyal *echo* disebut dengan *Time Echo* (TE).



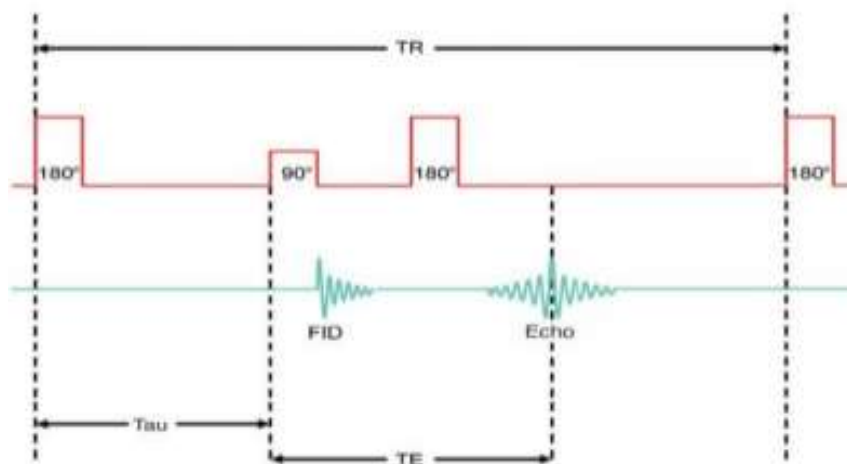
Gambar 2. 9 *Spin Echo* (24).

2. *Fast Spin Echo* (FSE)

Fast Spin Echo adalah turunan dari sequence *Spin Echo* (SE). Sequence FSE digunakan dalam percepatan waktu scanning dengan cara pengaplikasian beberapa kali pulsa rephrase 180° dalam satu TR yang sama. FSE dapat digunakan untuk menghasilkan gambar pembobotan T1, tetapi FSE lebih sering digunakan pada pembobotan T2 karena dapat mengurangi waktu scanning TR yang panjang dan memberi kontras T2 yang baik antar jaringan (24,26).

3. *Inversion Recovery* (IR)

Inversion Recovery (IR) adalah pulsa *sequence* yang baik dalam mencitrakan jaringan lunak. Pulsa *Sequence* ini dimulai dengan pemberian pulsa RF sebesar 180° untuk inversi kemudian dilanjutkan pemberian pulsa RF 90° untuk eksitasi dan kemudian diberikan lagi pulsa 180° untuk di rephasing (26). Parameter yang berperan dalam sequence IR yaitu $TR < TE$ dan Time Inversion (TI). Adanya peran parameter dan pulsa RF mengakibatkan NMV di saturasi penuh, ketika pulsa inversi telah berhenti maka NMV di relaksasi dan kembali ke B0 (24).



Gambar 2. 10 *Inversion Recovery*(24).

4. Gradient Echo

Gradient Echo adalah salah satu *sequence* yang berbeda dengan *sequence* yang lainnya, karena tidak menggunakan pulsa RF 180° untuk relaksasi atau *refocusing* proton ke posisi semula tetapi menggunakan pulsa pembalik *gradient* untuk menghasilkan sinyal dengan sinyal pulsa RF kurang dari 90° . Pada *sequence Gradient Echo* terdapat pembobotan $T2^*$ yang diakibatkan karena tidak adanya proses *refocusing* oleh pulsa RF 180° . *Gradient Echo* dapat memperoleh pembobotan $T2^*$, $T1$ dan *Proton Density* (PD).

g. Echo Planar Imaging (EPI)

Echo Planar Imaging (EPI) adalah salah satu pulsa *sequence* tercepat dengan metode pengumpulan data yang berbeda serta memungkinkan akusisi data *ultrafast*, sehingga menjadikan EPI sebagai pilihan terbaik untuk pencitraan MR dinamis dan fungsional.

Metode pengumpulan data digunakan dalam EPI dibagi menjadi dua yaitu *single shot* dan *multi shot*. *Single shot* digunakan pada seluruh data *k space* yang dibutuhkan untuk rekonstruksi gambar diperoleh dengan menggunakan *echo train* yang dihasilkan oleh pulsa RF eksitasi tunggal, dalam *single shot* seluruh rentang fase encoding diperoleh dalam satu TR. *Multi shot* mendapatkan data *k space* yang diperlukan dengan *echo train* dan dihasilkan oleh setiap RF eksitasi, data *k space* dari beberapa respon RF yang dihasilkan

sebelum gambar rekonstruksi. *Multi shot* tidak dibatasi lagi oleh *Echo Train Length* (ETL)(24). Rentang fase *Multi Shot* dibagi rata menjadi beberapa bagian dalam periode TR. *Multi Shot* dapat menghasilkan kualitas gambar yang lebih baik (24).

4. Contrast Perfusi MRI

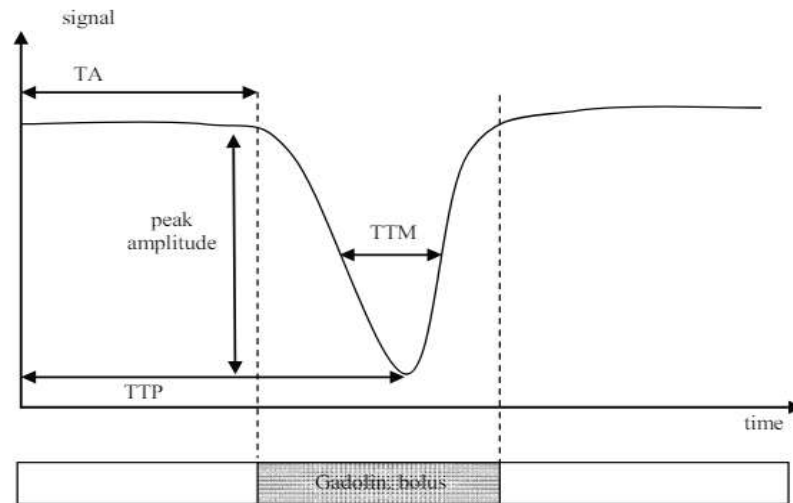
Penggunaan media kontras dalam radiologi mengalami peningkatan besar, salah satunya pada pemeriksaan MRI yang menggunakan media kontras melalui *intravena*. Media kontras harus disuntikkan dan dikeluarkan dari tubuh tanpa efek tambahan pada pasien, meskipun media kontras saat ini umumnya dianggap aman dalam penggunaannya bukan berarti tanpa resiko. Efek samping dari penggunaannya bervariasi dari reaksi fisiologis ringan hingga reaksi alergi ringan yang muncul (27).

Perfusi secara fisiologis didefinisikan sebagai pengiriman darah yang stabil pada suatu jaringan dengan kata lain, aliran darah kapiler dalam satuan milliliter per 100 gram per menit (11). Perfusi adalah ukuran kualitas aliran *vascular* ke jaringan yang berhubungan, perfusi juga dapat digunakan untuk mengukur aktivitas jaringan. Perfusi diukur menggunakan MRI dengan menandai air dalam darah arteri selama akuisisi gambar, pelabelan dapat dilakukan dengan injeksi melalui *intravena* menggunakan zat kontras *eksogen* seperti gadolinium. Gambar perfusi dapat diperoleh dengan akuisisi pemindaian cepat dengan sebelum, selama dan setelah *injection* (28).

Kontras gadolinium memperpendek pemulihan T1, struktur *visceral* dengan perfusi yang tinggi akan tampak cerah pada gema gradient pembobotan T1, maka teknik ini berguna untuk mengevaluasi struktur *visceral* seperti ginjal, hati dan limpa. Teknik lain Perfusi yang menggunakan injeksi kontras gadolinium yaitu dengan diberikan melalui *intravena* selama akuisisi T2 dan T2*. Dalam gal ini, zat kontras menyebabkan penurunan sementara pada T2 dan peluruhan T2* di dalam dan di sekitar mikrovaskular yang diperfusi menggunakan kontras. Akuisisi data selesai, kurva peluruhan sinyal digunakan untuk memastikan volume darah, waktu transit dan pengukuran perfusi(29).

Susceptibility adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan tingkat kerentanan terhadap suatu pengaruh yang mengacu pada perbedaan intensitas

sinyal di berbagai struktur anatomi atau bagian otak yang dapat menciptakan perbedaan dalam kontras yang diamati. *Susceptibility* memiliki tiga jenis yaitu *paramagnetis*, *diamagnetism* dan *ferromagnetism* (12,23).



Gambar 2. 11 Evaluasi Signal gadolinium(10).

Paramagnetism adalah zat yang mengandung elektron, yang tidak berpasangan di dalam atom dengan menginduksi medan magnet kecil sebagai momen magnetik. Zat paramagnetik ini dipengaruhi oleh magnet eksternal. *Diamagnetism* adalah zat yang tidak memiliki medan magnet eksternal dan tidak menunjukkan momen magnet yang bersih, karena arus elektron yang disebabkan oleh gerakan tambahan. Apabila medan magnet eksternal diterapkan, maka zat diamagnetik menunjukkan momen magnet kecil yang berlawanan dengan medan magnet yang telah diterapkan. Zat ini memiliki kerentanan magnetik negatif contohnya air dan gas. Dan *Ferromagnetism* adalah zat yang jika berhubungan dengan medan magnet akan menghasilkan daya tarik dan keselarasan yang kuat. Zat ini mempertahankan magnetisasinya bahkan ketika medan magnet eksternal telah dihilangkan dan tetap bersifat magnetik, termagnetisasi secara permanen kemudian menjadi magnet permanen (23).

Berikut ini tiga metode dalam melakukan *contrast perfusi* yaitu *Arterial Spin Labeling (ASL)*, *Dynamic Contrast Enhanced (DCE)* dan *Dynamic Susceptibility Contrast (DSC)*.

1. *Arterial Spin Labeling (ASL)*

ASL merupakan metode berbasis endogen yang dapat memberi label magnetis pada darah yang masuk, dan menggunakan pelabelan putaran arteri dengan memberikan nilai absolut perfusi jaringan oleh darah. Oleh karena itu, ASL sepenuhnya bersifat *non invasive* tidak menggunakan zat kontras yang disuntikkan dan dapat diulang untuk mempelajari fisiologi normal atau abnormal dan variasi dengan waktu. ASL menggunakan dua gambar, Satu gambar untuk darah yang masuk diberi label magnetik dan gambar lainnya tidak ada pelabelan. ASL tidak bergantung pada kontras $T2/T2^*/T1$, melainkan menggunakan TE pendek untuk memaksimalkan SNR dan TR panjang, namun pada metode ASL ini mempunyai kelemahan utama yaitu analisisnya cukup rumit dan masih rentan akan gerakan dan artefak lainnya (30).

ASL mempunyai tiga jenis metode pelabelan yaitu : *pulsed ASL (PASL)*, *continuous ASL (CASL)*, dan *velocity-selective ASL (VSASL)*. *pulsed ASL (PASL)* menggunakan pulsa relative pendek dalam menghasilkan pelabelan darah yang berdekatan dengan volume pencitraan, *continuous ASL (CASL)* menggunakan magnetisasi darah arteri yang mengalir melalui arteri utama secara terus menerus dan diberi label, selanjutnya pelabelan *velocity-selective ASL (VSASL)* yaitu pelabelan berdasarkan kecepatan bukan lokasi spasial misalnya menggunakan pulsa binominal untuk selektif memberi label aliran darah dibawah kecepatan tertentu (30).

2. *Dynamic Contrast Enhanced (DCE)*

DCE merupakan perfusi yang menggunakan injeksi kontras media yang berbasis *eksogen*. Metode ini tergantung pada waktu relaksasi $T1$ dan terjadi peningkatan karena efek pemendekan $T1$ terkait zat kontras paramagnetik. Zat kontras yang disuntikkan secara intravena untuk menghasilkan lobus, pembobotan $T1$ tidak terpengaruh oleh ekstrasvasasi. Metode DCE ini memiliki pola yang mirip dengan metode DSC, dimana gambar MRI perfusi diperoleh sebelum, selama dan setelah penyuntikkan kontras media melalui intravena, tetapi pada DCE dipindai dengan TR dan TE yang sangat singkat untuk menghasilkan gambar $T1$. Metode ini rutin diterapkan pada pasien penyakit

tumor payudara, prostat, panggul dan otot. DCE menggunakan pendekatan standar untuk pencitraan perfusi di luar otak (30).

3. *Dynamic Susceptibility Contrast (DSC)*

DSC merupakan metode perfusi menggunakan injeksi melalui intarvena dengan kontras media berbasis *eksogen* dan didasarkan urutan pencitraan T2 dan T2*. Kontras media yang masuk tetap dalam pembuluh darah dan tidak berdifusi dalam ruang ekstrasvaskular. Ketika kontras media melewati jaringan dan menyebabkan peningkatan efek kerentanan, sehingga kontras media kehilangan fase koherensi yang mengakibatkan peluruhan sinyal selama lobus melalui jaringan dan terjadinya pengambilan sinyal dengan memanfaatkan waktu relaksasi T2 atau T2*. Data citra diperoleh dengan GE atau SE EPI (30).

GE digunakan pada inhomogenitas medan statis pada pembuluh darah besar yang mengakibatkan hilangnya sinyal, akibat adanya gangguan mikroskopis di pembuluh darah. Penipisan pada pembuluh darah kecil menyebabkan kehilangan sinyal karena difusi. Kelebihan GE yaitu untuk meningkatkan *Contras to Noise ratio* (CNR). SE digunakan pada saat kehilangan banyak sinyal karena dephasing dan sebagian sebagian sinyal kembali. Penumpukkan darah kecil menyebabkan kehilangan sinyal karena difusi. Pengukuran SE sensitif terhadap ukuran pembuluh darah yang sebanding dengan panjang difusi selama waktu gema sesuai dengan ukuran pembuluh darah kapiler, sedangkan pengukuran GE sensitive terhadap semua ukuran pembuluh darah. Sinyal SE menghasilkan sensitivitas dalam mendeteksi perubahan yang terjadi di pembuluh darah kecil.

SE menunjukkan penurunan pembuluh darah besar, sementara GE menunjukkan lebih tinggi CNR. Penggunaan dosis media kontras (gadolinium) untuk SE EPI (0,2 mmol/kg), sedangkan dosis tunggal (0,1 mmol/kg) untuk GE EP. Injeksi dimulai dengan penundaan sekitar 20 detik dari awal rangkaian perfusi DSC agar mendapatkan gambaran perfusi sebelum, selama dan setelah pemberian media kontras. Menggunakan TE mulai dari 30 – 40 ms dan TR dimulai dari 800 – 1200 ms, dengan waktu pemindaian tergantung pada TR.

Data citra perfusi DSC yang diperoleh kemudian akan diproses untuk mendapatkan perfusi hemodinamik dengan beberapa parameter yaitu, *Cerebral*

Blood Flow (CBF), *Cerebral Blood Volume (CBV)* dan *Mean Transit Time (MTT)*.

- *Cerebral Blood Flow (CBF)* didefinisikan sebagai volume aliran darah yang melewati suatu wilayah tertentu di otak. Jaringan diukur dalam satu waktu mililiter per menit per 100 gram jaringan otak. Parameter CBF sangat berguna untuk menilai jaringan. Evaluasi nilai CBF secara kuantitatif hanya dapat dilakukan dengan menggunakan teknik tertentu dan hal ini bervariasi secara signifikan antara materi putih dan abu-abu (12).
- *Cerebral Blood Volume (CBV)* didefinisikan sebagai volume darah di wilayah jaringan otak yang diukur dalam milliliter per 100 gram jaringan otak. CBV dapat memberikan indikasi awal gangguan hemodinamik karena memiliki keunggulan dalam memberikan penilaian awal dan akurat tentang metabolisme otak (12).
- *Mean Transit Time (MTT)* adalah parameter ketiga yang dapat menggambarkan status hemodinamik jaringan otak dengan baik. MTT didefinisikan sebagai waktu rata-rata yang diukur dalam detik dengan jumlah yang sangat kecil, media kontras untuk melewati wilayah tertentu dari sistem kapiler. Berbeda dengan CBF atau CBV, kelebihan dari MTT dalam menampilkan peta MTT tanpa perbedaan materi abu-abu / putih yang signifikan pada individu sehat, sehingga kemungkinan kelainan dapat dengan mudah diidentifikasi (12). Menggabungkan langsung ketiga parameter perfusi DSC dengan menggunakan prinsip fisika teori pengenceran indikator untuk menghitung MTT sebagai berikut :

$$MTT = CBV/CBF$$

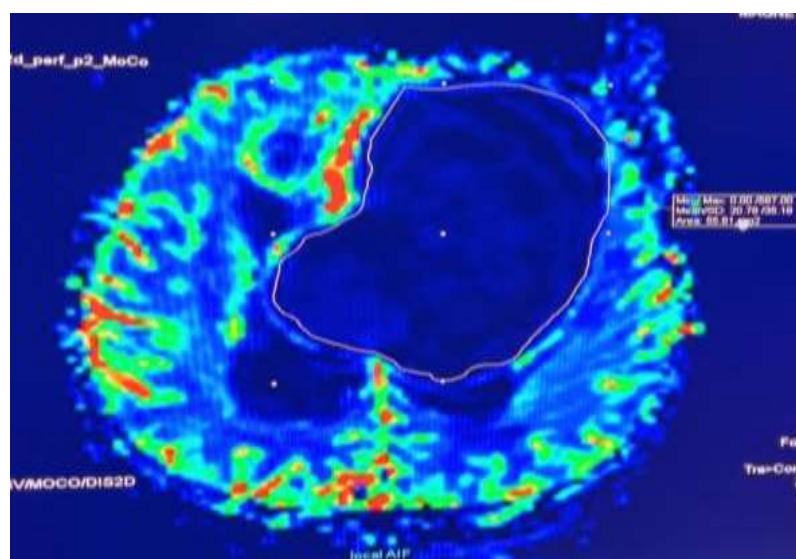
5. *Region of Interest (ROI)*

Region of Interest (ROI) dapat didefinisikan baik dari segi struktural maupun fitur fungsional. ROI memasukkan area yang dianggap penting dalam data citra, hal ini membantu mengidentifikasi dalam proses pengukuran, perbandingan atau pengamatan pada area yang diinginkan(15). Pengukuran nilai parameter CBF,CBV dan MTT dapat dilakukan dengan menetapkan ROI di dalam tumor atau lesi. Salah satu aspek penting dalam mengukur nilai

parameter perfusi DSC adalah *Region of Interest* ROI). Dalam hal menganalisis ROI melibatkan area tertentu dalam citra untuk pengukuran nilai parameter. Penempatan ROI biasanya pada area-area yang penting pada bagian tumor atau bagian penting lainnya yang berfungsi untuk melakukan pengukuran kuantitatif terhadap respon terapi, terutama dalam mengevaluasi nilai-nilai parameter DSC. ROI pada penyakit iskemik akan menggambarkan *vascular*, sedangkan pada penyakit tumor ROI diposisikan ditempat tertinggi (31).

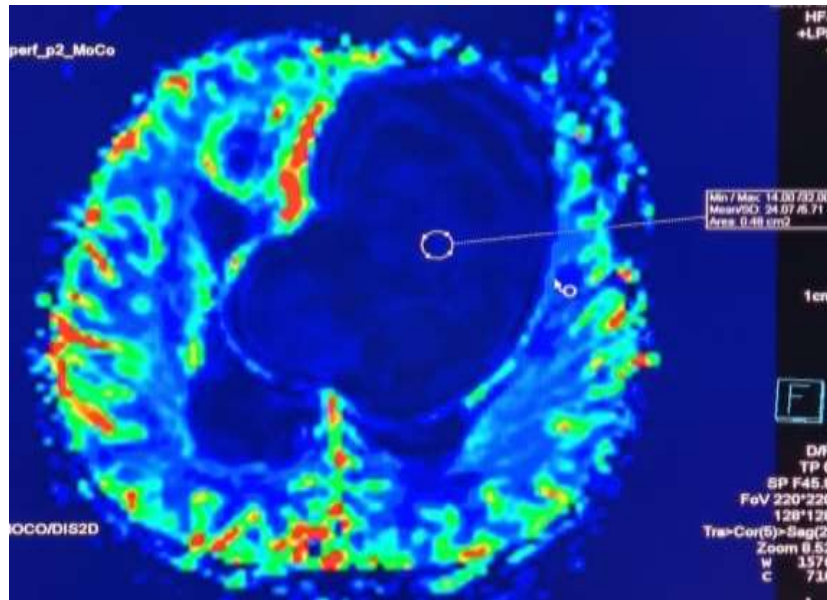
Terdapat dua jenis *Region of Interest* (ROI) dalam pengukuran nilai yang di hasilkan suatu parameter yaitu ROI 3 Dimensi (3D) dan ROI 2 Dimensi (2D), ROI 3D adalah area atau volume yang dipilih dari beberapa “slice” atau gambar medis yang berdekatan yang mencakup bagian tumor sedangkan ROI 2D area yang dipilih dalam satu bagian gambar yang memuat tumor dengan berbagai bentuk pengukuran ROI seperti *Freehand* ROI, *Circel* ROI dan *Point Voxel* ROI. ROI dibuat mengikuti kontur dari tumor pada satu penampang. Menganalisis ROI 2D pada satu area yang diinginkan secara manual dan penempatan dibagian pusat tumor mewakili yang homegen, tidak di pengaruhi oleh gerakan ataupun artefak (13,14).

Freehand ROI adalah jenis ROI dengan penempatan di sekitar batas tumor dengan mengelilingi bagian citra peta yang berisi area tumor, ROI ini ditentukan dengan menggambar bagian yang memuat area tumor (13).



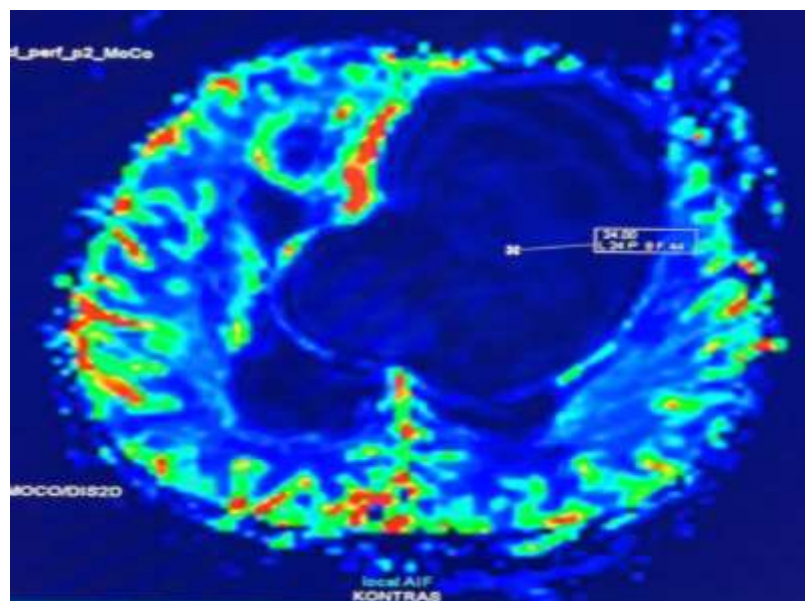
Gambar 2. 12 Penempatan *Freehand* ROI (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional, 2024)

Circle ROI adalah jenis ROI dalam bentuk lingkaran dengan luas area tertentu yang ditempatkan pada area tumor dengan menghasilkan nilai dari parameter DSC (32).



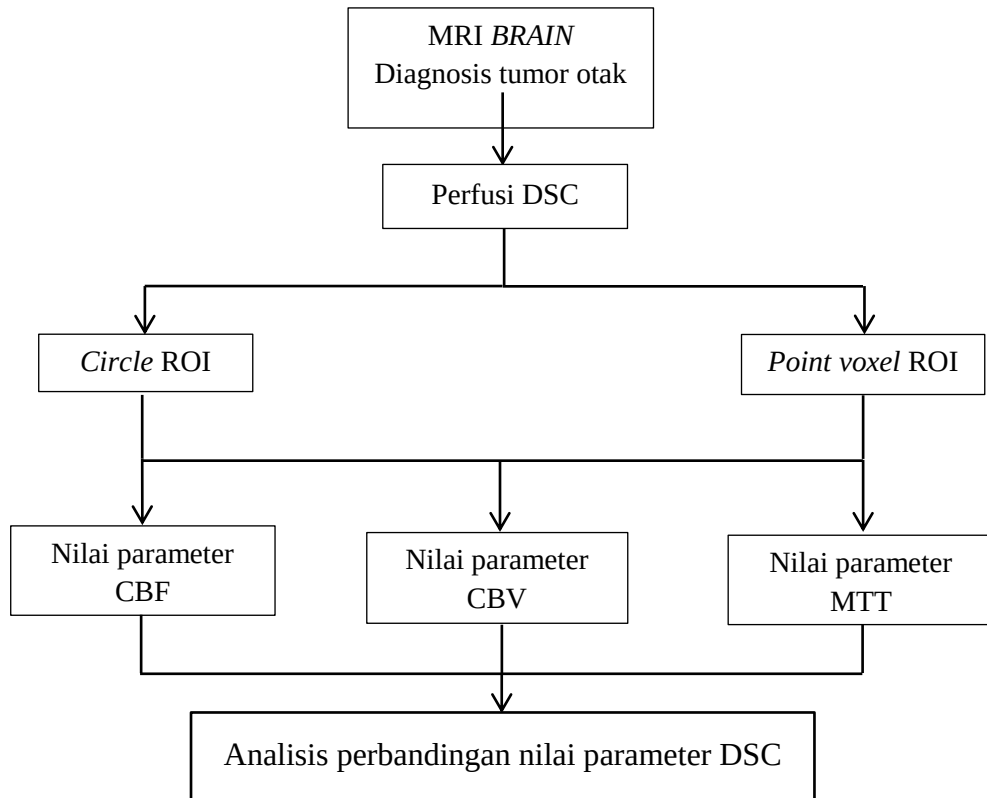
Gambar 2. 13 Penempatan *Circle* ROI (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional, 2024)

Point Voxel ROI adalah jenis ROI dengan penempatan yang dilakukan dengan menggambar 1 titik ROI pada citra peta DSC yang memuat area tumor (13)



Gambar 2. 14 Penempatan *Point Voxel* ROI (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional, 2024)

B. Kerangka Konsep



Gambar 2. 15 kerangka konsep

Berdasarkan Gambar 2.14 di atas dapat dijelaskan bahwa data citra yang akan diambil adalah data citra MRI *Brain* dengan diagnosis Tumor Otak menggunakan metode perfusi *Dinamic Susceptibility Contrast* (DSC), dari data citra tersebut akan dilakukan pengukuran nilai parameter DSC dengan menempatkan dua bentuk ROI yaitu *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI*. *Circle ROI* berbentuk lingkaran dan *Point Voxel ROI* berbentuk titik, yang diletakkan pada area tumor. Nilai parameter DSC yaitu *Cerebral Blood Flow* (CBF), *Cerebral Blood Volume* (CBV) dan *Mean Transit Time* (MTT) yang diperoleh dari dua bentuk ROI tersebut akan dilakukan analisis statistik untuk melihat apakah ada perbedaan nilai yang signifikan antara dua bentuk ROI terhadap nilai rata-rata parameter DSC yang dihasilkan.

C. Definisi Operasional

Tabel 2. 1 Definisi Oprasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Skala Ukur	Hasil Ukur
1.	Variabel bebas:					
	a. <i>Circle</i> ROI	a. <i>Circle</i> ROI adalah jenis ROI dalam bentuk lingkaran dengan luas area tertentu.	a. Membuat ROI berbentuk lingkaran pada area tumor	Komputer MRI 3 Tesla	Rasio	Nilai rata-rata parameter DSC
	b. <i>Point Voxel</i> ROI	b. <i>Point Voxel</i> ROI adalah jenis ROI dengan penempatan satu titik ROI pada area yang ditentukan.	b. Membuat ROI dengan membentuk satu titik pada area tumor.	Komputer MRI 3 Tesla	Rasio	Nilai rata-rata parameter DSC

2.	Variabel terikat:					
	a. Nilai parameter CBF	a. Nilai CBF adalah aliran darah kepala, yang melewati sejumlah jaringan otak dalam satu waktu.	Mencari nilai mean yang dihasilkan dari penempatan dua bentuk ROI	Komputer MRI 3 Tesla	Interval	Nilai rata-rata parameter DSC
	b. Nilai parameter CBV	b. Nilai CBV adalah volume darah kepala, sebagai volume darah dalam jumlah tertentu di jaringan otak	Mencari nilai mean yang dihasilkan dari penempatan dua bentuk ROI	Komputer MRI 3 Tesla	Interval	Nilai rata-rata parameter DSC
	c. Nilai parameter MTT	c. Nilai MTT adalah waktu transit rata-rata, dalam hitungan detik yang dihabiskan sel darah merah dalam volume sirkulasi kapiler tertentu.	Mencari nilai mean yang dihasilkan dari penempatan dua bentuk ROI	Komputer MRI 3 Tesla	Interval	Nilai rata-rata parameter DSC

D. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

H0: Tidak ada perbedaan nilai parameter DSC menggunakan dua bentuk pengukuran ROI pada kasus Tumor Otak.

H1: Ada perbedaan nilai parameter DSC menggunakan dua bentuk pengukuran ROI pada kasus tumor otak.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif deskriptif menggunakan pendekatan komparatif. Penelitian dengan metode pendekatan komparatif adalah penelitian dengan membandingkan dua atau lebih variabel untuk melihat perbedaan atau kesamaan variabel yang berbeda. Tujuan penelitian ini untuk membandingkan nilai rata-rata parameter DSC menggunakan dua bentuk ROI pada kasus tumor otak.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi RS Pusat Otak Nasional, waktu penelitian dimulai dengan pengumpulan data pada bulan Mei - Juni 2024.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi penelitian adalah pasien yang telah menjalani pemeriksaan MRI *Brain* dengan perfusi DSC di Instalasi Radiologi RS Pusat Otak Nasional.

2. Sampel

Sampel penelitian adalah pemeriksaan MRI *Brain* dengan perfusi DSC pada kasus tumor otak, dengan jumlah sebanyak 30 sampel pasien MRI berupa data sekunder yang didapatkan dengan menggunakan *purposive sampling* di Instalasi Radiologi RS Pusat Otak Nasional.

Kriteria inklusi adalah kriteria yang harus dipenuhi oleh setiap populasi yang diambil sebagai sampel. Kriteria inklusi pada penelitian ini yaitu:

1. Data pasien yang telah menjalani pemindaian MRI *Brain* perfusi DSC
2. Data pasien yang telah didiagnosis dengan Tumor Otak
3. Data citra parameter perfusi DSC yang dapat diakses
4. Data gambar parameter perfusi DSC dalam potongan *Axial* untuk ROI dengan bentuk *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI*
5. Hasil interpretasi dokter Radiologi yang menunjukkan diagnosis Tumor Otak

Kriteria Eksklusi adalah kriteria yang tidak dapat di ambil sebagai sampel. Kriteria eksklusi dalam penelitian ini yaitu:

1. Data citra pasien yang memiliki artefak dan dapat mempengaruhi pengukuran nilai parameter DSC.
2. Data citra pasien yang sudah tidak ada.

D. Metode Pengumpulan Data

Penelitian tentang perbandingan dua bentuk pengukuran ROI terhadap parameter perfusi *dynamic susceptibility contrast* (DSC) pada kasus tumor otak menggunakan metode pengumpulan data sebagai berikut :

1. Observasi

Observasi dilakukan oleh peneliti dengan melakukan pengamatan data pasien yang telah menjalani pemindaian MRI *Brain* metode perfusi DSC dengan diagnosis tumor otak dari *database* pasien di Instalasi Radiologi RS Pusat Otak Nasional.

2. Eksperimen

Peneliti melakukan pengambilan data sekunder dengan melakukan pengukuran nilai parameter CBF, CBV dan MTT metode perfusi DSC dengan menggunakan dua bentuk ROI yaitu *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* pada pasien diagnosis tumor otak.

3. Studi kepustakaan

Mencari referensi-referensi yang berhubungan dengan MRI *Brain* dengan metode perfusi DSC dan pengukuran nilai parameter DSC menggunakan ROI.

E. Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Lembar kerja

Peneliti dalam menyusun penelitian ini menggunakan lembar kerja yang berfungsi untuk mencatat hasil data observasi dan informasi yang didapat dari pengukuran nilai parameter DSC dengan cara menempatkan dua bentuk ROI di area tumor.

2. Komputer

Komputer adalah suatu alat yang digunakan untuk menjalankan program aplikasi di sistem MRI secara keseluruhan. Penelitian ini penulis menggunakan software MR perfusion pesawat MRI Siemens Magnetom Vida Fit 3 Tesla.

3. Perangkat lunak

Perangkat lunak dalam pengolahan data statistik Software SPSS untuk analisis dan pengambilan keputusan hipotesis.

F. Teknik pengolahan dan analisis data

Pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini dengan beberapa langkah, sebagai berikut:

1. Pengumpulan data penelitian: data penelitian dikumpulkan dengan cara mengambil data sekunder hasil citra MRI *Brain* metode perfusi DSC diagnosis tumor otak
2. Memasukkan data penelitian: melakukan pengolahan data citra perfusi DSC dengan menempatkan dua bentuk ROI dalam mengukur masing-masing nilai parameter DSC yaitu CBF, CBV dan MTT.
3. Memproses data penelitian: Semua data yang didapatkan akan dianalisis secara statistik menggunakan SPSS dengan proses analisis data dimulai dengan melakukan uji *descriptive statistic* digunakan untuk mendapatkan nilai rata-rata parameter DSC dan uji *statistic non parametric* (uji *Wilcoxon*) digunakan untuk mengetahui perbedaan nilai rata-rata parameter DSC dari dua bentuk pengukuran ROI.
4. Analisa data dan pengambilan keputusan dalam penelitian ini yaitu: H_0 diterima jika $\text{Sig (2-Tailed)} > 0.05$ dan H_1 ditolak jika $\text{sig (2-Tailed)} < 0.05$.
5. Output data penelitian: hasil analisis dibuat dalam bentuk laporan yang menghasilkan kesimpulan untuk menjawab permasalahan yang ada.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Prosedur pemeriksaan MRI Brain dengan perfusi DSC (*Dynamic Susceptibility Contrast*) kasus tumor otak

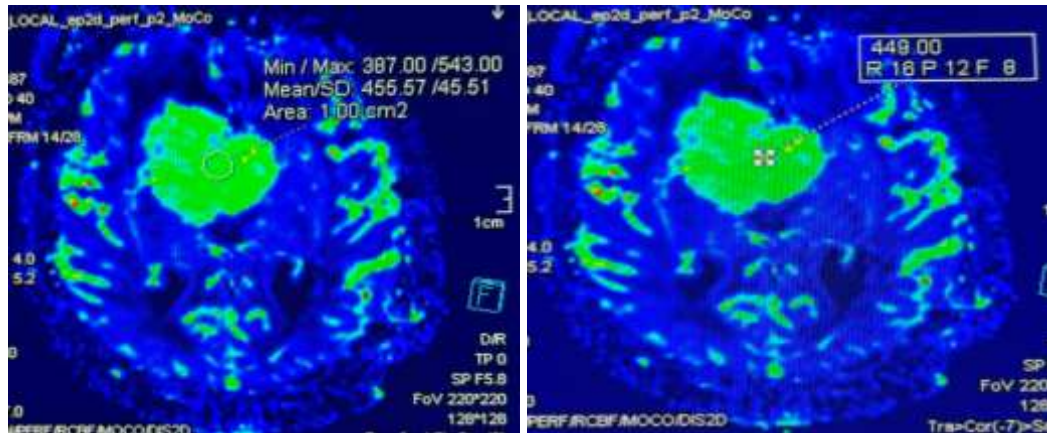
Pasien datang sesuai jadwal yang telah ditentukan dengan membawa hasil tes laboratorium dan pasien sudah puasa 2 jam sebelum pemeriksaan untuk mengurangi efek mual dan muntah saat contrast *gadolinium* disuntikkan. kemudian pasien diminta untuk mengisi *form screening* dan diberikan penjelasan tentang prosedur pemeriksaan MRI brain dengan contrast *gadolinium*, Selanjutnya pasien diinstruksikan untuk mengganti baju serta melepaskan barang-barang yang terbuat dari logam dan menyimpannya di loker yang telah disediakan.

Sebelum dilakukan proses *scanning*, pasien diposisikan terlebih dahulu yaitu pasien posisi supine di atas meja pemeriksaan, dengan kedua tangan disamping badan, kemudian pasang *head coil*, *iso center* diatur dengan menempatkan pada glabella, lalu tekan tombol move untuk memuali proses *scanning*. Setelah menjalankan *localizer* dan beberapa protokol *sequence*, dilakukannya proses pemberian media kontras menggunakan manual *injection* melalui *intravena* dengan penundaan sekitar 7 detik setelah *sequence ep2d_perf_p2* dimulai agar mendapatkan gambaran perfusi DSC sebelum, selama dan setelah pemberian media kontras. Pemindaian citra perfusi DSC menggunakan parameter *Time Echo* (TE) 30 – 45 ms, *Time Repetiton* (TR) 2000 – 2300 ms, *Flip Angle* (FA) 90°, *Slice Thickness* 4-5 mm, dan FOV sebesar 200 – 240 mm.

2. Hasil pengukuran nilai rata-rata parameter perfusi DSC menggunakan dua bentuk pengukuran ROI

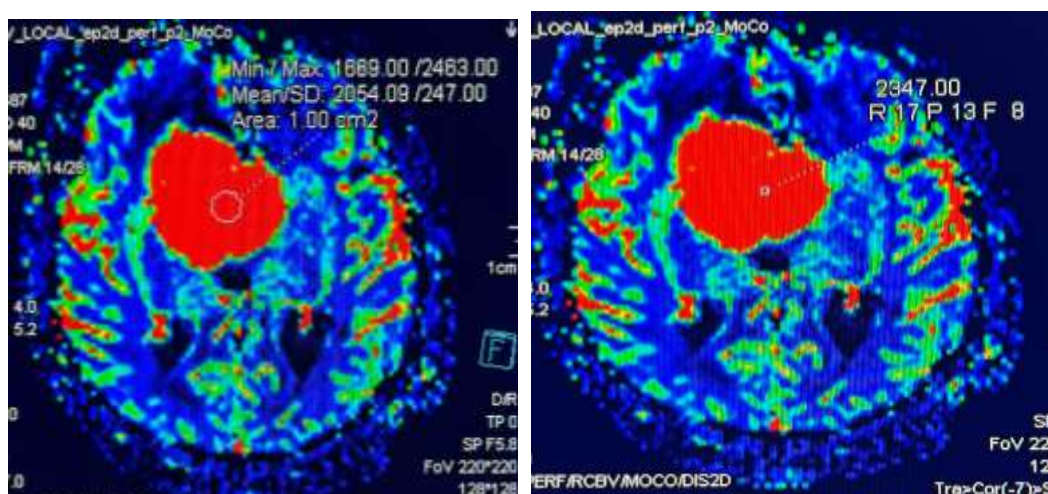
Berikut contoh pengukuran parameter CBF menggunakan *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* yang terlihat pada gambar 4.1. Penempatan ROI pada citra peta parameter perfusi DSC menggunakan bentuk *Circle ROI* menghasilkan nilai minimum sebesar 387.00, nilai maximum sebesar 543.00, nilai rata-rata

(mean) sebesar 455.57, standar deviasi sebesar 45.51 dan luas area 1.00 cm². Sedangkan Penempatan ROI pada citra peta parameter perfusi DSC menggunakan bentuk *Point Voxel* ROI menghasilkan nilai rata-rata sebesar 449.00.



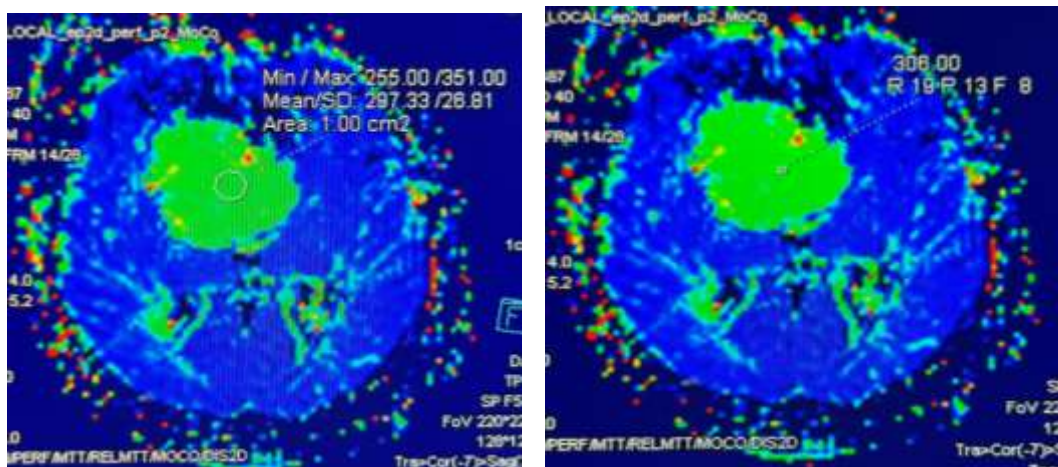
Gambar 4. 1 Parameter CBF menggunakan *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional, 2024)

Pada gambar 4.2 adalah contoh pengukuran parameter CBV menggunakan *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI*. Penempatan ROI pada citra peta parameter perfusi DSC menggunakan bentuk *Circle ROI* menghasilkan nilai minimum sebesar 1669.00, nilai maximum sebesar 2463.00, nilai rata-rata sebesar 2054.09, standar deviasi sebesar 247.00 dan luas area 1.00 cm². Sedangkan Penempatan ROI pada citra peta parameter perfusi DSC menggunakan bentuk *Point Voxel ROI* menghasilkan nilai rata-rata sebesar 2347.00



Gambar 4. 2 Parameter CBV menggunakan *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional, 2024)

Pengukuran selanjutnya pada Gambar 4.3 adalah contoh pengukuran parameter MTT menggunakan *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI*. Penempatan ROI pada citra peta parameter perfusi DSC menggunakan bentuk *Circle ROI* menghasilkan nilai minimum sebesar 255.00, nilai maximum sebesar 351.00, nilai rata-rata sebesar 297.33, standar deviasi sebesar 26.81 dan luas area 1.00 cm². Sedangkan Penempatan ROI pada citra peta parameter perfusi DSC menggunakan bentuk *Point Voxel ROI* menghasilkan nilai rata-rata sebesar 306.00.



Gambar 4. 3 Parameter MTT menggunakan *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional, 2024)

Tabel 4. 1 Data Pengukuran nilai parameter perfusi DSC menggunakan *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI*

usia	Nama	Circle ROI			Poin Voxel ROI		
		CBF	CBV	MTT	CBF	CBV	MTT
27 Th	sampel 1	53.85	92.17	205.69	77.00	37.00	239.00
54 Th	sampel 2	149.80	316.85	6.88	110	368.00	8.00
60 Th	sampel 3	455.57	2054.09	297.33	449.00	2347.00	306.00
61 Th	sampel 4	3.84	5.79	249.76	3.00	10.00	604.00
47 Th	sampel 5	122.8	330.00	97.67	151.00	386.00	87.00
36 Th	sampel 6	223.21	670.47	13.57	285.00	390.00	94.00
27 Th	sampel 7	38.34	351.41	90.12	43.00	378.00	68.00

14 Th	sampel 8	9.11	17.43	98.76	5.00	24.00	0.00
28 Th	sampel 9	5.56	11.94	135.12	3.00	0.00	132.00
48 Th	sampel 10	478.69	1167.74	110.38	741.00	2450.00	104.00
69 Th	sampel 11	533.17	664.68	0.41	454.00	499.00	1.00
63 Th	sampel 12	2.63	11.25	26.84	2.00	0.00	14.00
32 Th	sampel 13	344.97	611.44	112.18	565.00	1181.00	103.00
59 Th	sampel 14	468.44	564.35	9.47	474.00	536.00	7.00
54 Th	sampel 15	722.38	2377.22	135.18	622.00	27.05.00	149.00
67 Th	sampel 16	121.81	289.71	36.25	115.00	239.00	92.00
37 Th	sampel 17	180.00	544.59	108.71	166.00	1154.00	150.00
51Th	sampel 18	17.15	56.32	194.06	4.00	0.00	0.00
62 th	sampel 19	64.00	61.64	14.37	77.00	170.00	70.00
17 Th	sampel 20	31.35	233.41	34.26	4.00	9.00	0.00
48 Th	sampel 21	15.74	33.56	301.18	18.00	0.00	349.00
20 Th	sampel 22	171.94	915.13	70.29	13.00	563.00	44.00
33 Th	sampel 23	20.89	31.21	246.00	8.00	29.00	348.00
40 Th	sampel 24	7.18	26.71	228.12	4.00	2.00	0.00
65 Th	sampel 25	313.88	603.74	78.24	293.00	450.00	69.00
66 Th	sampel 26	250.21	22.69	123.22	110.00	105.00	210.00
63Th	sampel 27	138.97	239.91	143.52	132.00	115.00	305.00
33 Th	sampel 28	54.81	18.17	13.19	68.00	16.00	7.00
15 Th	sampel 29	45.61	137.09	190.51	34.00	118.00	398.00
37 Th	sampel 30	245.19	713.76	20.50	296.00	342.00	63.00

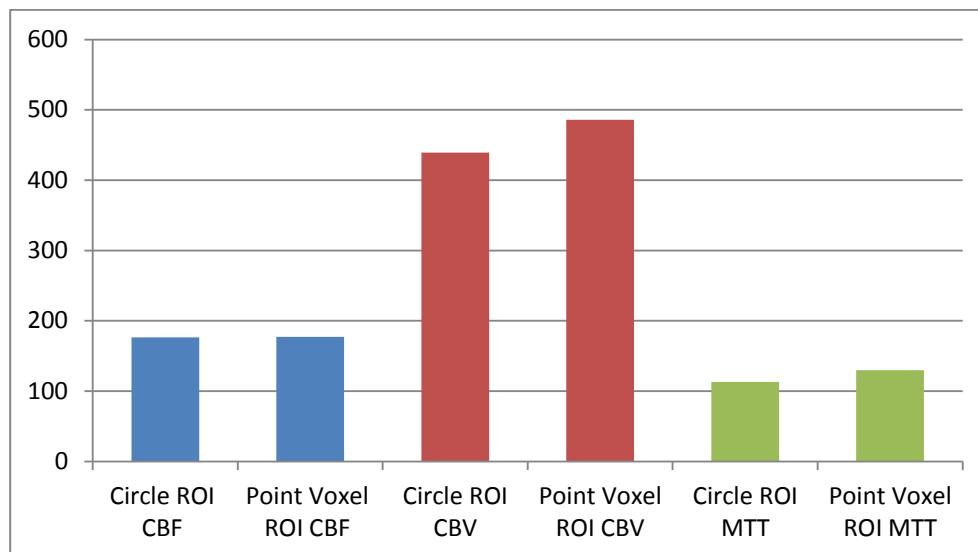
Pada Tabel 4.1 di atas diketahui bahwa jumlah data sebanyak 30 sampel, dengan pasien berjenis kelamin laki-laki sebanyak 8 orang dan pasien berjenis kelamin perempuan sebanyak 22 orang dan rentang usia 14 – 69 tahun yang telah menjalani pemeriksaan MRI *Brain* perfusi DSC pada kasus tumor otak. Pengukuran nilai parameter perfusi DSC dilakukan dengan penempatan dua bentuk ROI yaitu *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* pada hasil citra perfusi DSC.

Rekapitulasi hasil rata-rata nilai dari pengukuran 30 sampel hasil citra perfusi DSC menggunakan dua bentuk ROI tersebut terlihat dalam tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4. 2 Hasil rata-rata nilai parameter perfusi DSC menggunakan dua bentuk pengukuran ROI

Statistic	N	Mean
Circle ROI CBF	30	176.37
Circle ROI CBV	30	439.14
Circle ROI MTT	30	113.05
Point Voxel ROI CBF	30	177.53
Point Voxel ROI CBV	30	487.43
Point Voxel ROI MTT	30	134.03

Hasil analisis data pada tabel 4.2 *Circle ROI* pada parameter CBF, CBV, MTT dan *Point Voxel ROI* pada parameter CBF, CBV, MTT. Dapat diketahui bahwa total sampel yang dilakukan dalam pengukuran sebanyak 30 sampel, setiap masing-masing sampel dilakukan dua kali pengukuran pada tiga parameter hasil citra perfusi DSC. Rata-rata nilai parameter perfusi DSC untuk *Circle ROI* pada parameter CBF sebesar 176.37, *Circle ROI* pada parameter CBV sebesar 438.77, *Circle ROI* pada parameter MTT sebesar 113.05, dan untuk nilai rata-rata *Point Voxel ROI* pada parameter CBF sebesar 177.53, *Point Voxel ROI* pada parameter CBV sebesar 487.43 dan *Point Voxel ROI* pada parameter MTT sebesar 134.03.



Gambar 4. 4 Diagram rata-rata nilai parameter perfusi DSC

Dari gambar 4.4 di atas menunjukkan rata-rata nilai parameter perfusi DSC menggunakan dua bentuk ROI, terlihat perbandingan antara pengukuran parameter CBF (*Cerebral Blood Flow*), CBV (*Cerebral Blood Volume*), dan MTT (*Mean Transit Time*) menggunakan metode *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* pada citra peta perfusi DSC. Diagram tersebut menampilkan enam baris yang mewakili parameter-parameter yang diukur, yaitu CBV, CBF, dan MTT. Berdasarkan diagram perbandingan tersebut menggambarkan perbedaan dalam pengukuran parameter CBV, CBF, dan MTT dengan menggunakan *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI*

3. Hasil uji perbedaan nilai parameter perfusi DSC dengan menggunakan dua bentuk ROI

Hasil nilai rata-rata parameter perfusi DSC (*Dynamic Susceptibility Contrast*) dengan menggunakan dua bentuk pengukuran ROI yaitu *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* dilakukan uji normalitas dan uji *statistic* menggunakan SPSS versi 25.

1) Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui data penelitian berdistribusi normal atau tidak berdistribusi normal. Berikut output dari uji normalitas yang terlihat pada tabel 4.3 di bawah ini:

Tabel 4. 3 Hasil Uji Normalitas

Tests of Normality			
	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Circle ROI CBF	0.837	30	0.000
Circle ROI CBV	0.729	30	0.000
Circle ROI MTT	0.919	30	0.025
Point Voxel ROI CBF	0.800	30	0.000
Point Voxel ROI CBV	0.660	30	0.000
Point Voxel ROI MTT	0.829	30	0.000

Berdasarkan tabel 4.3 menunjukkan hasil uji normalitas dengan jumlah keseluruhan data yang di uji yaitu 30 sampel pasien tumor otak, karena data yang digunakan < 50 sampel maka uji *Shapiro-wilk* yang digunakan untuk melihat sebaran data yang diuji. Terlihat pada kolom (Sig.) *Circle ROI* pada parameter CBF, CBV dan MTT memiliki nilai signifikansi (Sig.) < 0.05 yaitu sebesar 0.00, 0.00. dan 0.025. Pada *Point Voxel ROI* parameter CBF, CBF dan MTT memiliki nilai signifikansi (Sig.) < 0.05 yaitu sebesar 0.00, 0.00 dan 0.00. Dari keenam variabel yang diuji tersebut, pada hasil uji normalitas nilai rata-rata parameter perfusi DSC menggunakan dua bentuk pengukuran ROI (*Circle ROI* dan *Point Voxel ROI*) yaitu menghasilkan nilai yang tidak berdistribusi normal.

2) Uji *wilcoxon*

Berdasarkan hasil uji normalitas pada tabel 4.3 dapat disimpulkan data yang di uji tidak berdistribusi normal sehingga akan dilakukan Uji statistik non-parametrik dengan metode uji *Wilcoxon*. Uji *Wilcoxon* bertujuan untuk menguji apakah ada perbedaan rata-rata nilai parameter perfusi DSC (*Dynamic Susceptibility Contrast*) menggunakan dua bentuk pengukuran ROI (*Region of Interest*) yaitu *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* pada kasus tumor otak. Dasar pengambilan keputusan dalam penelitian ini adalah H_0 diterima jika Sig (2-Tailed) > 0.05 dan H_1 ditolak jika sig (2-Tailed) < 0.05 . Berikut hasil Uji *Wilcoxon* dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4. 4 Uji Wilcoxon

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Circle ROI CBF - Point Voxel ROI CBF	Negative Ranks	19 ^a	14.26	271.00
	Positive Ranks	11 ^b	17.64	194.00
	Ties	0 ^c		
	Total	30		
Circle ROI CBV - Point Voxel ROI CBV	Negative Ranks	18 ^d	13.89	250.00
	Positive Ranks	12 ^e	17.92	215.00
	Ties	0 ^f		
	Total	30		
Circle ROI MTT - Point Voxel ROI MTT	Negative Ranks	14 ^g	12.79	179.00
	Positive Ranks	16 ^h	17.88	286.00
	Ties	0 ⁱ		
	Total	30		

Output di atas menunjukkan hasil *negative ranks* yaitu selisih *negative* nilai dari variabel yang diuji, kemudian *positive ranks* yaitu selisih *positive* dan *Ties* yaitu kesamaan hasil atau nilai dari variabel tersebut. *Circle ROI* dan *point voxel ROI* parameter CBF pada bagian *negative ranks* menghasilkan nilai N 19, *mean rank* 14.26, *sum of rank* 271.00, *positive rank* menghasilkan nilai N 11, *mean rank* 17.64, *sum of rank* 194.00, dan *ties* menghasilkan N 0. *Circle ROI* dan *point voxel ROI* parameter CBV pada bagian *negative ranks* menghasilkan nilai N 18, *mean rank* 13.89, *sum of rank* 250.00, *positive rank* menghasilkan nilai N 12, *mean rank* 17.92, *sum of rank* 215.00, *ties* N 0. *Circle ROI* dan *point voxel ROI* parameter MTT pada bagian *negative ranks* menghasilkan nilai N 14, *mean rank* 12.79, *sum of rank* 179.00, *positive rank* menghasilkan nilai N 16, *mean rank* 17.88, *sum of rank* 286.00, dan *ties* menghasilkan N 0.

Tabel 4. 5 Test *Statistic* perbedaan rata-rata nilai parameter perfusi DSC

Test Statistic	Asymp. Sig. (2-tailed)	Kesimpulan
Circle ROI CBF - Point Voxel ROI CBF	.428	Tidak ada perbedaan
Circle ROI CBV - Point Voxel ROI CBV	.719	Tidak ada perbedaan
Circle ROI MTT - Point Voxel ROI MTT	.271	Tidak ada perbedaan

Berdasarkan output *Test Statistics* di atas pada tabel 4.5 dengan pengelompokkan variabel. Diketahui bahwa *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* parameter CBF mempunyai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar $0.428 > 0.05$, maka H_0 diterima artinya tidak ada perbedaan pada rata-rata nilai parameter perfusi DSC menggunakan dua bentuk pengukuran ROI. Kemudian pada *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* parameter CBV mempunyai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar $0.719 > 0.05$, maka H_0 diterima artinya tidak ada perbedaan pada rata-rata nilai parameter perfusi DSC menggunakan dua bentuk pengukuran ROI. Dan pada *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* parameter MTT mempunyai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar $0.271 > 0.05$, maka H_0 diterima artinya tidak ada perbedaan pada rata-rata nilai parameter perfusi DSC menggunakan dua bentuk pengukuran ROI.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap data sebanyak 30 sampel pasien mengenai perbandingan nilai parameter perfusi DSC (*Dynamic Susceptibility Contrast*) menggunakan dua bentuk pengukuran ROI, didapatkan pembahasan berikut ini:

1. Penelitian tentang pengukuran nilai parameter DSC dilakukan oleh Valentina Kouwenberg, menggunakan *Circle ROI* dan ROI Poligonal dengan penempatan ROI di area tumor yang diinginkan dan dapat disimpulkan bahwa penggunaan ROI memberikan hasil yang maksimal dalam pengukuran nilai parameter DSC. Penelitian lain dilakukan oleh Andres's Ortiz tentang penggunaan ROI otomatis pada MRI *Brain*. Salah satu jenis ROI yang digunakan yaitu *Point*

Voxel ROI dengan penempatan 1 titik di area tumor, dan dari penelitian tersebut menunjukkan hasil klasifikasi akurasi dari pengukuran tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan peneliti yaitu tentang Pemeriksaan MRI perfusi DSC pada kasus tumor otak yang menghasilkan parameter CBF, CBV dan MTT. Dari hasil citra peta warna tersebut untuk mendapatkan nilai rata-rata maka menggunakan pengukuran ROI yaitu *Circle* ROI dan *Point Voxel* ROI. Hasil *Circle* ROI dan *Point Voxel* ROI pada parameter perfusi DSC yaitu CBF (*Cerebral Blood Flow*) nilai yang semakin tinggi menunjukkan aliran darah yang lebih besar di daerah tertentu dari otak. Nilai CBV (*Cerebral Blood Volume*) yang semakin tinggi menunjukkan volume darah yang lebih besar dalam jaringan otak di ROI. Nilai MTT (*Mean Transit Time*) yang semakin tinggi menunjukkan bahwa darah memerlukan waktu yang lebih lama untuk melewati jaringan. Nilai ROI yang pada parameter perfusi DSC dapat memberikan wawasan penting mengenai vaskularisasi.

Hasil pengukuran *Circle* ROI yang berbentuk ROI lingkaran digunakan untuk menetapkan area tertentu di sekitar tumor otak, baik untuk mengukur ukuran tumor, mengidentifikasi batas-batas tumor, atau bahkan untuk memantau pertumbuhan tumor dari waktu ke waktu. *Circle* ROI pada citra peta warna juga menghasilkan luas area ROI pada tumor yang diamati, nilai minimum, nilai maksimum, nilai *mean* (rata-rata) dan juga standar deviasi. Kemudian dari hasil pengukuran *Point Voxel* ROI dengan satu titik ROI pada citra peta warna dari kasus tumor otak yang menghasilkan satu nilai perfusi DSC. Pada *point Voxel* ROI ini hanya merujuk pada satu bagian spesifik. Pada pengukuran parameter perfusi DSC menggunakan *Circle* ROI dan *point Voxel* ROI tidak menunjukkan perbedaan nilai parameter perfusi DSC secara signifikan, hal ini kemungkinan terjadi karena faktor penempatan ROI yang berada pada area yang homogen. Walaupun dari pengukuran dua bentuk ROI ini memiliki perbedaan yang mungkin tampak kecil, tetapi hasil pengukuran nilai parameter perfusi DSC memiliki potensi yang besar dalam proses diagnosis kasus tumor otak.

2. Analisis terkait pengukuran nilai parameter perfusi DSC seperti pada tabel 4.2 yang menggambarkan nilai rata-rata dari parameter perfusi DSC untuk *Circle ROI* pada parameter CBF menghasilkan nilai rata-rata sebesar 176.37, *Circle ROI* pada parameter CBV menghasilkan nilai rata-rata sebesar 439.14, *Circle ROI* pada parameter MTT menghasilkan nilai rata-rata sebesar 113.05, dan untuk nilai rata-rata *Point Voxel ROI* pada parameter CBF menghasilkan nilai rata-rata sebesar 177.53, *Point Voxel ROI* pada parameter CBV menghasilkan nilai rata-rata sebesar 487.43 dan *Point Voxel ROI* pada parameter MTT sebesar menghasilkan nilai rata-rata 134.03. Berdasarkan hasil pengukuran nilai rata-rata *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* tersebut yaitu nilai dari pengukuran *Point Voxel ROI* memiliki nilai yang lebih besar di bandingkan *Circle ROI*.
3. Analisis nilai parameter perfusi DSC yang menggambarkan perbedaan nilai rata-rata parameter perfusi DSC (*Dynamic Susceptibility Contrast*) menggunakan dua bentuk pengukuran ROI. Berdasarkan hasil Penelitian ini, pada output *Test Statistic* pada tabel 4.5 di atas, dengan dasar pengambilan keputusan pada penelitian ini yaitu hipotesis H_0 dan H_1 , pada H_0 diterima artinya tidak ada perbedaan dan H_1 ditolak artinya ada perbedaan, maka diketahui bahwa pengukuran *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* pada parameter CBF mempunyai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar $0.428 > 0.05$, Kemudian pada parameter CBV mempunyai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar $0.719 > 0.05$, dan selanjutnya pada parameter MTT mempunyai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar $0.271 > 0.05$, dari hasil *Asymp. Sig (2-tailed)* tersebut maka H_0 diterima yang artinya tidak ada perbedaan pada nilai rata-rata parameter perfusi DSC menggunakan dua bentuk pengukuran ROI.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada pemeriksaan MRI *Brain* perfusi DSC menghasilkan parameter yaitu CBF, CBV dan MTT dari parameter tersebut, untuk mendapatkan nilai rata-rata maka menggunakan bentuk pengukuran ROI yaitu *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI*. Hasil dari pengukuran nilai rata-rata parameter perfusi DSC menggunakan dua bentuk ROI pada kasus tumor otak untuk *Circle ROI* pada parameter CBF sebesar 176.37, *Circle ROI* pada parameter CBV sebesar 438.77, *Circle ROI* pada parameter MTT sebesar 113.05, dan untuk nilai rata-rata *Point Voxel ROI* pada parameter CBF sebesar 177.53, *Point Voxel ROI* pada parameter CBV sebesar 487.43 *Point Voxel ROI* pada parameter MTT sebesar 134.03. Berdasarkan hasil pengukuran nilai rata-rata *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* tersebut yaitu nilai dari pengukuran *Point Voxel ROI* memiliki nilai yang lebih besar di bandingkan *Circle ROI*.
2. Pada nilai parameter perfusi DSC tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pengukuran nilai rata-rata parameter perfusi DSC yaitu CBF, CBV dan MTT dengan menggunakan dua bentuk pengukuran ROI yang berbeda yaitu *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI*. Hal ini menunjukkan bahwa kedua bentuk pengukuran ROI tersebut dapat di anggap ekuivalen dalam hal pengukuran parameter perfusi DSC pada penelitian ini.

B. Saran

Kesimpulan di atas dalam pengukuran nilai parameter perfusi DSC menggunakan *Circle ROI* dan *Point Voxel ROI* tidak ada perbedaan yang signifikan, maka disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan kombinasi metode ROI yang lain atau lebih canggih seperti *Freehand ROI*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kartawiguna D. 2015, Tomografi Resonansi Magnetik Inti: Teori Dasar, Pembentukan Gambar dan Instrumentasi Perangkat Kerasnya. Graha Ilmu; Yogyakarta.
2. Widyaningrum R, Faisal A, Mitrayana M, Mudjosemedi M, Agustina D-. Oral cancer imaging: the principles of interpretation on dental radiograph, CT, CBCT, MRI, and USG. *Maj Kedokt Gigi Indones*. 2018;4(1):1.
3. Jatmiko AW. Efek Pemakaian Kontras Untuk Optimalisasi Citra Pada Pemeriksaan Diagnostik Magnetic Resonance Imaging (MRI). *J Biosains Pascasarj*. 2021;23(1):28.
4. Alouf G. Upper Limb. Vol. 1, Manual of Cosmetic Surgery and Medicine: Volume 1 - Body Contouring Procedures. 2023. 73–88 hal.
5. Edition F. Diagnostic_Imaging_Miral_D_Jhaveri_MD_Diagnostic_Imaging_Brain_4th. 2021.
6. Amila A, Sembiring E, Meliala S. Self Efficacy Dan Kualitas Hidup Pasien Tumor Otak. *Med Respati J Ilm Kesehat*. 2022;17(3):151.
7. Andre R, Wahyu B, Purbaningtyas R. Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur Efficientnet-B3. *J IT [Internet]*. 2021;11(3):55–9. Tersedia pada: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/index>
8. Suta IBLM, Hartati RS, Divayana Y. Diagnosa Tumor Otak Berdasarkan Citra MRI (Magnetic Resonance Imaging). *Maj Ilm Teknol Elektro*. 2019;18(2).
9. Elmaoglu M, Celik A. MRI Handbook MR Physisc, Patient Positioning, and Protocol. Vol. 53, *Journal of Chemical Information and Modeling*. 2014. hal. 1689–99.
10. Vincent P. MRI techniques. 7823–7830 hal.
11. Essig M, Nguyen TB, Shiroishi MS, Saake M, Provenzale JM, Enterline DS, et al. Perfusion MRI: The five most frequently asked clinical questions. *Am J Roentgenol*. 2013;201(3):495–510.
12. Ioannis T. Advanced MR Neuroimaging, From Theory to Clinical Practice. 2002.
13. Mesropyan N, Mürtz P, Sprinkart AM, Block W, Luetkens JA, Attenberger U, et al. Comparison of different ROI analysis methods for liver lesion characterization with simplified intravoxel incoherent motion (IVIM). *Sci Rep [Internet]*. 2021;11(1):1–13. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01108-6>
14. Kouwenberg V, van Santwijk L, Meijer FJA, Henssen D. Reliability of dynamic susceptibility contrast perfusion metrics in pre- and post-treatment glioma. *Cancer Imaging [Internet]*. 2022;22(1):1–11. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1186/s40644-022-00466-2>
15. Ortiz A, Górriz JM, Ramírez J, Martinez-Murcia FJ. Automatic ROI selection in structural brain MRI using SOM 3D projection. *PLoS One*. 2014;9(4):1–12.

16. Amin MS. Perbedaan Struktur Otak dan Perilaku Belajar Antara Pria dan Wanita; Eksplanasi dalam Sudut Pandang Neuro Sains dan Filsafat. *J Filsafat Indones*. 2018;1(1):38.
17. Hastuti. Buku Ajar Anatomi Fisiologi. Yogyakarta Zahir Publ [Internet]. 2022;5(3):248–53. Tersedia pada: <https://repository.poltekkespalembang.ac.id/files/original/2f78c229942eb9c65238559d5cbb1867.pdf>
18. johnson. *Anatomy-Physiology-of-the-Brain*. 2018;1–107.
19. Mustafa PS. Implikasi Pola Kerja Telensefalon dan Korteks Cerebral dalam Pendidikan Jasmani. *Media Ilmu Keolahragaan Indones*. 2020;10(2):53–62.
20. Febrianti A babgei dkk. Klasifikasi Tumor Otak pada Citra Magnetic Resonance Image. *J Tek ITS*. 2020;9(1).
21. Essianda V, Indrasari AD, Widyastuti P, Syahla T, Rohadi R. Brain Tumor : Molecular Biology, Pathophysiology, and Clinical Symptoms. *J Biol Trop*. 2023;23(4):260–9.
22. Alqazzaz S, Sun X, Nokes LD, Yang H, Yang Y, Xu R, et al. Combined Features in Region of Interest for Brain Tumor Segmentation. *J Digit Imaging* [Internet]. 2022;35(4):938–46. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1007/s10278-022-00602-1>
23. Westbrook C. *MRI At a Glance Third Edition* [Internet]. Vol. 12, Wiley Blackwell. 2016. 138 hal. Tersedia pada: <https://www.ippf.org/sites/default/files/2020-07/At a Glance 2019.pdf>
24. catherine Westbrook JT. *MRI in Practice 5th Edition* (2018).
25. Iverson BL, Dervan PB. Westbrook. C, 2014 Fourth Edition, *Handbook of MRI Technique*. 7823–7830 hal.
26. Calle D, Navarro T. Basic pulse sequences in magnetic resonance imaging. *Methods Mol Biol*. 2018;1718:21–37.
27. Beckett KR, Moriarity AK, Langer JM. Safe use of contrast media: What the radiologist needs to know. *Radiographics*. 2015;35(6):1738–50.
28. Westbrook C, Roth CK, Talbot J. Catherine Westbrook, Carolyn Kaut Roth, John Talbot - *MRI in Practice-Wiley-Blackwell* (2011).
29. Shah NJ, Mo K. *Introduction to the Basics of Magnetic Resonance Imaging*. 2015;(January).
30. Jahng GH, Li KL, Ostergaard L, Calamante F. Perfusion magnetic resonance imaging: A comprehensive update on principles and techniques. *Korean J Radiol*. 2014;15(5):554–77.
31. Grand S, Tahon F, Attie A, Lefournier V, Le Bas JF, Krainik A. Perfusion imaging in brain disease. *Diagn Interv Imaging* [Internet]. 2013;94(12):1241–57. Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.1016/j.diii.2013.06.009>
32. Young R, Babb J, Law M, Pollack E, Johnson G. Comparison of region-of-interest analysis with three different histogram analysis methods in the determination of perfusion metrics in patients with brain gliomas. *J Magn Reson Imaging*. 2007;26(4):1053–63.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Biodata penulis

BIODATA PENULIS



A. Data Pribadi

Nama : Stefhani Syarifuddin
 NPM : P21130220051
 Tempat, tanggal lahir : Kasiwang, 10 November 2001
 Alamat : Desa Cakkeawo, Kec Suli, Kab Luwu,
 Sulawesi Selatan 91996
 Telp/HP : 085397775313
 Agama : Islam
 Email : Stefhani.s01@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

No	Pendidikan	Tahun
1	SDN 357 Cakkeawo	2007 – 2013
2	SMPN 3 Belopa	2013 – 2016
3	SMA 12 Luwu	2016– 2019
4	Poltekkes Kemenkes Jakarta II (Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan)	2020-2024

C. Pengalaman Praktek Kerja Lapangan (PKL) dan Praktek Kerja Nyata (PKN)

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 1. RSUP Persahabatan | Konvensional |
| 2. RSUD Tarakan | Konvensional + Kontras Media |
| 3. RS Harum Sisma Medika | CT Scan dan MRI |
| 4. RS Husada | MRI |
| 5. RS Pusat Otak Nasional | MRI |
| 6. RSUD Kota Bandung | MRI |

Lampiran 2. Biodata Pembimbing Materi

KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA DAFTAR RIWAYAT HIDUP PEGAWAI

I. IDENTITAS PRIBADI



Nama	: Asumsie Tarigan, S.Si, M.Si
NIP/NRP Baru	: 196707281994031001
NIP/NRP Lama	: 140310005
No. Kartu Pegawai	: G 235038
Tempat/Tanggal Lahir	: Karo, 28 Juli 1967
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Agama	: Protestan
Status Perkawinan	: Menikah
Alamat	: Jl. Gading Raya GG V/22 RT. 013, RW. 010 Kel./Desa Pisangan Timur Kec. Pulo Gadung Jakarta Timur - DKI Jakarta
No. Telp	: -
NIK	: -
NPWP	: -
Email	: -

II. KEPEGAWAIAN

TMT CPNS	: 1 Maret 1994
TMT PNS	: 1 Oktober 1995
Status Kepegawaian	: PNS

Jenis Kepegawaian : PEGAWAI NEGERI SIPIL PUSAT
KEMENKES

Status Hukuman Disiplin : -

Pendidikan Terakhir : M.Si

Jabatan Saat ini : Lektor (JFT)

TMT Jabatan saat ini : 1 Januari 2016

Masa Kerja Golongan : 22 Thn 7 Bln

Eselon : JFT

III. TEMPAT KERJA SEKARANG

Organisasi : Badan Pengembangan Dan Pemberdayaan
Sumber Daya Manusia Kesehatan

Satuan Kerja : Poltekkes Kemenkes Jakarta II

Satuan Organisasi : Jurusan Radiodiagnostik & Radioterapi Organisasi

Unit Organisasi : Prodi DIII Teknik Radiodiagnostik dan
Radioterapi

Unit Kerja :

IV. RIWAYAT KEPANGKATAN

No.	Pangkat	Golongan	TMT	No & Tgl SK	Pejabat Penandatangan
1	Pengatur Muda Tk. I	II/b	1 Maret 1994	KP.00.02.2.4.15237 (CPNS) 2 Juli 1994	Ka. Bag. Mutasi Pegawai Dep Kes RI
2	Pengatur Muda Tk. I	II/b	1 Oktober 1995	KP.00.03.1.1.7068 (PNS) 7 September 1995	Ka. Bag. Mutasi Pegawai Dep Kes RI
3	Pengatur	II/c	1 Oktober 1996	III.14-10/00067/KEP/X/1996.T 16 September 1996	Ka. Kantor Wilayah III BAKN
4	Pengatur Tk. I	II/d	1 Oktober 2000	III.14-10/00053/KEP/X/2000.T 1 September 2000	Ka. Kantor Regional III BAKN
5	Penata Muda	III/a	1 Oktober 2004	KP.04.01.2.1.767 17 Januari 2005	Ka. Bag. Mutasi Pegawai Dep Kes RI
6	Penata Muda Tk.	III/b	1 April 2007	KP.04.01.2.1.5915 28 Maret 2007	Ka. Bag. Mutasi Pegawai Dep

	I				Kes RI
7	Penata	III/c	1 April 2011	KP.04.01.2.1.5976 25 Februari 2011	Ka. Biro Kepegawaian Men Kes RI

V. RIWAYAT PENDIDIKAN

No.	Pendidikan	Nama Sekolah	Tahun Ijazah
1	Sekolah Dasar Umum	SDN No.1 (040490) Batu Karang	1980
2	Sekolah Menengah Pertama	SMP Negeri Kab. Karo	1983
3	Sekolah Menengah Atas	SMA Katolik Kabanjahe	1986
4	D.III Radiodiagnostik	Akademi Penata Rontgen	1990
5	S.1 Statistik	Universitas Terbuka	2002
6	M.Si	Universitas Indonesia	2005

VI. RIWAYAT PELATIHAN TEKNIS

No.	Nama Pelatihan	Lembaga Pelaksana	Negara Pelaksana	Tahun
1	Seminar dan Diskusi Panel	PDSRI	INDONESIA	1993
2	TOT Penilaian Jabatan Fungsional Radiografer	Dirjen Pelayanan Medik Dep Kes RI	INDONESIA	2003
3	Jabatan Fungsional Radiografer	RSUPN Dr. Cipto Mangunkusomo	INDONESIA	2004
4	Seminar dan Rapat Kerja Nasional	PARI Pusat	INDONESIA	2006
5	Kursus	BAPETEN RI	INDONESIA	2006
6	Pengelolaan Limbah Radioaktif	BAPETEN RI	INDONESIA	2007
7	Traning Peningkatan Kompetensi Auditor	Dirjen Dep Kes RI	INDONESIA	2008
8	Fungsional Auditor	Dirjen Dep Kes RI	INDONESIA	2008
9	Sertifikat Jabatan Fungsional Auditor	Badan Pengawas Keuangan dan Pembangunan	INDONESIA	2008
10	Pengelolaan Keuangan Negara	Departemen Keuangan RI	INDONESIA	2008

VII. RIWAYAT PENGHARGAAN

No.	Nama Penghargaan	No & Tgl SK	Instansi Pemberi
1	SATYA LANCANA KARYA SATYA X TAHUN	26/TK/TAHUN 2010 20 Juli 2010	Presiden
2	BHAKTI KARYA HUSADA DWI WINDU (16 TAHUN)	930/MENKES/SK/VII/2010 21 Juli 2010	Menteri Kesehatan
3	SATYA LANCANA KARYA SATYA	023/TK/TAHUN 2007 7 Juni 2007	Presiden

Lampiran 3. Biodata Pembimbing Teknis

KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA DAFTAR RIWAYAT HIDUP PEGAWAI

A. IDENTITAS PRIBADI



Nama Lengkap (dengan gelar) : Mahfud Edy Widiatmoko, S.ST, MKM
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Tempat dan Tanggal Lahir : Magetan, 09 September 1983
 Jabatan Fungsional : Dosen/Pengembang Program Studi
 NIP/NIK/identitas lainnya : 198309092008011009
 NIDN : 4009098301
 E-mail : mfdmoko@gmail.com
 Nomor Telepon / HP : 081326122453
 Alamat Kantor : JL Hang Jebat III Blok F3 Kebayoran
 Baru Jakarta
 Nomor Telepon /Fax : 021-7206239 / 021-7206239

B. KARYA ILMIAH

NO	JUDUL PENELITIAN	TAHUN
1	Dose Optimization with mAs Reduction of 15% Using Computed Radiography on Radiographic Examinations Pelvic AP Projection	2022

2	Workshop Perkembangan dan Fungsi Otak Anak di Sekolah Dasar Labschool Muhammadiyah Tangerang Selatan	2022
3	Pemahaman Terhadap Radiasi Alam Dan Proteksi Radiasi pada Warga Bumi Mas Ciseeng Blok B5/05 Kelurahan Kuripan Kecamatan Ciseeng Kab Bogor	2022
4	Analisis Efektivitas Apron 0.35 mmPb dalam Melindungi Pekerja Radiasi pada Pemeriksaan Radiograf	2023
5	Accuracy Analysis of Fluid Volume Measurement And Calculation Methods on Multislice Computed Tomography	2023
6	Assessment Awareness and Knowledge of Apron to Protect	2023
7	Analisis Kriteria Radiografi Os Patella Dan Patelofemoral Joint dengan Proyeksi Skyline Metode Hungston dan Settegus	2023
8	MRI Case Report of Perianal Fistula with T2 TSE SPIR Sequence	2023
9	Rekayasa Alat Bantu Arc Degree dalam Meningkatkan Kualitas Proses Belajar Praktek Pemeriksaan Radiografi Cranium	2023
10	Nilai Hounsfield Unit (HU) CT-Scan pada Lesi Paru-Paru Pasien Suspek COVID-19	2023
11	Pergeseran Verifikasi Geometri Kasus Kanker Payudara Teknik 3DCRT menggunakan On Board Imager (OBI)	2023
12	The Effect Of Using 4 Points Locks And 9 Points Locks Masks on Patient Set-Up In Nasopharynx Cancer	2024

Lampiran 4. Data pengukuran menggunakan ROI

Umur	Nama	Circle ROI			Point Voxel ROI		
		CBF	CBV	MTT	CBF	CBV	MTT
27 TH	Sampel 1	Min: 6.00 Max: 153.00 Mean: 53.85 SD: 43.99 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 420.00 Mean: 92.17 SD: 109.84 Area: 1.00 cm2	Min: 70.00 Max: 367.00 Mean: 205.69 SD: 65.91 Area: 1.00 cm2	77.00 R45 A25 F40	37.00 R 39 A24 F40	239.00 R36 A23 F40
54 TH	Sampel 2	Min: 0.00 Max: 299.00 Mean: 149.80 SD: 86.21 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 755.00 Mean: 316.85 SD: 193.53 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 156.00 Mean: 6.88 SD: 29.47 Area: 1.00 cm2	110.00 R22 P38 F55	368.00 R 18 P 40 F50	8.00 R 20 P 38 F 50
60 TH	Sampel 3	Min: 387.00 Max: 543.00 Mean: 455.57 SD: 45.51 Area: 1.00 cm2	Min: 1669.00 Max: 2463.00 Mean: 2054.09 SD: 247.00 Area: 1.00 cm2	Min: 255.00 Max: 351.00 Mean: 297.33 SD: 26.81 Area: 1.00 cm2	449.00 R16 P12 F8	2347.0 0 R 17 P 13 F 8	306.00 R 19 P 13 F 8
61 TH	Sampel 4	Min: 1.00 Max: 10.00 Mean: 3.84 SD: 1.85 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 24.00 Mean: 5.79 SD: 7.46 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 622.00 Mean: 249.76 SD: 243.68 Area: 1.00 cm2	3.00 R40 P53 F19	10.00 R 38 P 57 F 19	604.00 R 36 P 58 F 19
47 TH	Sampel 5	Min: 49.00 Max: 247.00 Mean: 122.8 SD: 48.93 Area: 1.00 cm2	Min: 161.00 Max: 592.00 Mean: 330.00 SD: 89.31 Area: 1.00 cm2	Min: 39.00 Max: 137.00 Mean: 97.67 SD: 19.57 Area: 1.00 cm2	151.00 R38 P42 H13	386.00 R 38 P 52 H 11	87.00 R 31 P 46 H 12
36 TH	Sampel 6	Min: 96.00 Max: 357.00 Mean: 223.21 SD: 64.01 Area: 1.00 cm2	Min: 49.00 Max: 1512.00 Mean: 670.47 SD: 258.82 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 96.00 Mean: 13.57 SD: 24.27 Area: 1.00 cm2	285.00 L13 A3 H25	390.00 L11 A 3 H 26	94.00 L 13 P 0 H 36
7 TH	Sampel 7	Min: 10.00 Max: 63.00 Mean: 38.34 SD: 14.42 Area: 1.00 cm2	Min: 159.00 Max: 632.00 Mean: 351.41 SD: 129.04 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 234.00 Mean: 90.12 SD: 60.94 Area: 1.00 cm2	43.00 L 22 P 64 F109	378.00 L 16 P 63 F 110	68.00 L 29 P 61 F 109
14 TH	Sampel 8	Min: 5.00 Max: 20.00 Mean: 9.11 SD: 3.34 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 66.00 Mean: 17.43 SD: 18.06 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 247.00 Mean: 98.76 SD: 67.26 Area: 1.00 cm2	5.00 R 21 P 66 F34	24.00 R 17 P 61 F 29	0.00 R 15 P 71 F 27
28 TH	Sampel 9	Min: 3.00 Max: 10.00 Mean: 5.56 SD: 1.54 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 40.00 Mean: 11.94 SD: 12.38 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 424.00 Mean: 135.12 SD: 128.65 Area: 1.00 cm2	3.00 R22 P 37 F26	0.00 R27 P 35 F 26	132.00 R29 P 37 F 31
48 TH	Sampel 10	Min: 44.00 Max: 912.00 Mean: 478.69 SD: 235.63 Area: 1.00 cm2	Min: 75.00 Max: 2450.00 Mean: 1167.74 SD: 693.88 Area: 1.00 cm2	Min: 42.00 Max: 249.00 Mean: 110.38 SD: 52.64 Area: 1.00 cm2	741.00 L35 A 4 F 24	2450.0 0 L34 P 3 F 24	104.00 L29 P 4 F 24
69 TH	Sampel 11	Min: 291.00 Max: 859.00 Mean: 533.17 SD: 139.22 Area: 1.00 cm2	Min: 420.00 Max: 1090.00 Mean: 664.68 SD: 154.48 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 14.00 Mean: 0.41 SD: 2.40 Area: 1.00 cm2	454.00 R 20 P 36 H 7	499.00 R 19 P34 H8	2.00 R 9 P 46 H 1
63 TH	Sampel 12	Min: 0.00 Max: 92.00 Mean: 2.63 SD: 15.55 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 115.00 Mean: 11.25 SD: 92.12 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 859.00 Mean: 26.84 SD: 151.85 Area: 1.00 cm2	2.00 R 3 P 13 F 2	0.00 R 3 P 11 F 2	14.00 R 3 P 8 F 2

32 TH	Sampel 13	Min: 129.00 Max: 559.00 Mean: 344.97 SD: 97.70	Min: 0.00 Max: 1603.00 Mean: 611.44 SD: 431.99	Min: 0.00 Max: 333.00 Mean: 112.18 SD: 81.75	565.00 L 8 A 25 F 3	1181.0 0 L 11 A 27 F 2	103.00 L 11 A 21 F 4
59 TH	Sampel 14	Min: 212.00 Max: 682.00 Mean: 468.44 SD: 110.63 Area: 1.00 cm2	Min: 292.00 Max: 810.00 Mean: 564.35 SD: 138.18	Min: 0.00 Max: 54.00 Mean: 9.47 SD: 14.66	474.00 R 37 P 4 H 16	536.00 R 42 P 9 H 15	7.00 R 37 P 10 H 15
54 TH	Sampel 15	Min: 593.00 Max: 891.00 Mean: 722.38 SD: 68.28 Area: 1.00 cm2	Min: 1830.00 Max: 2967.00 Mean: 2377.22 SD: 265.86 Area: 1.00 cm2	Min: 109.00 Max: 199.00 Mean: 135.18 SD: 15.39 Area: 1.00 cm2	622.00 L33 P9 H17	27.05.0 0 L39 P13 H17	149.00 L 44 P 20 H 17
67 TH	Sampel 16	Min: 72.00 Max: 170.00 Mean: 121.81 SD: 27.06 Area: 1.00 cm2	Min: 17.00 Max: 604.00 Mean: 289.71 SD: 155.32 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 165.00 Mean: 36.25 SD: 44.51 Area: 1.00 cm2	115.00 L16 P46 H10	239.00 L14 P47 H9	92.00 L8 P52 H9
37 TH	Sampel 17	Min: 18.00 Max: 732.00 Mean: 180.00 SD: 172.10 Area: 1.00 cm2	Min: 127.00 Max: 1777.00 Mean: 544.59 SD: 447.79 Area: 1.00 cm2	Min: 1.00 Max: 196.00 Mean: 108.71 SD: 143.56 Area: 1.00 cm2	166.00 L9 P60 H41	1154.0 0 L15 P54 H40	150.00 L14 P58 H41
51 TH	Sampel 18	Min: 0.00 Max: 65.00 Mean: 17.15 SD: 15.97 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 336.00 Mean: 56.32 SD: 8786.41 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 415.00 Mean: 194.06 SD: 192.38 Area: 1.00 cm2	4.00 L18 P 24 H 6	0.00 L15 P 27 H 6	0.00 L17 P 23 H 6
62 TH	Sampel 19	Min: 0.00 Max: 212.00 Mean: 64.00 SD: 52.07 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 422.00 Mean: 61.64 SD: 104.84 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 431.00 Mean: 14.37 SD: 158.43 Area: 1.00 cm2	77.00 L37 P 27 H 31	170.00 L37 P 27 H 31	70.00 L27 P 31 H 31
17 TH	Sampel 20	Min: 0.00 Max: 101.00 Mean: 31.35 SD: 25.53 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 1328.00 Mean: 233.41 SD: 278.57 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 350.00 Mean: 34.26 SD: 85.04 Area: 1.00 cm2	4.00 L 9 P 27 F 26	9.00 L 3 P 31 F 26	0.00 L 8 P 26 F 26
48 TH	Sampel 21	Min: 5.00 Max: 43.00 Mean: 15.74 SD: 9.35 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 128.00 Mean: 33.56 SD: 36.34 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 349.00 Mean: 301.18 SD: 101.86 Area: 1.00 cm2	18.00 R11 P 73 F 48	0.00 R12 P 71 F 48	349.00 R 11 P 67 F 48
20 TH	Sampel 22	Min: 8.00 Max: 432.00 Mean: 171.94 SD: 132.94 Area: 1.00 cm2	Min: 115.00 Max: 2430.00 Mean: 915.13 SD: 626.00 Area: 1.00 cm2	Min: 1.00 Max: 136.00 Mean: 70.29 SD: 38.20 Area: 1.00 cm2	13.00 R20 P74 H1	563.00 R8 P62 H1	44.00 R19 P55 H2
33 TH	Sampel 23	Min: 3.00 Max: 127.00 Mean: 20.89 SD: 28.28 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 124.00 Mean: 31.21 SD: 27.25 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 387.00 Mean: 246.00 SD: 142.17 Area: 1.00 cm2	8.00 L10 A7 F8	29.00 L23 A6 F4	348.00 L16 A9 F9
40 TH	Sampel 24	Min: 0.00 Max: 31.00 Mean: 7.18 SD: 7.14 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 88.00 Mean: 26.71 SD: 23.07 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 639.00 Mean: 228.12 SD: 207.02 Area: 1.00 cm2	4.00 L26 A15 F20	2.00 L28 A21 F20	0.00 L25 A19 F20
65 TH	Sampel 25	Min: 191.00 Max: 423.00 Mean: 313.88 SD: 65.27 Area: 1.00 cm2	Min: 386.00 Max: 882.00 Mean: 603.74 SD: 112.90 Area: 1.00 cm2	Min: 34.00 Max: 134.00 Mean: 78.24 SD: 25.20 Area: 1.00 cm2	293.00 L15 P1 H21	450.00 L14 P8 H21	69.00 L20 P4 H21
66 TH	Sampel 26	Min: 77.00 Max: 522.00 Mean: 250.21 SD: 109.24 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 965.00 Mean: 22.69 SD: 256.95 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 406.00 Mean: 123.22 SD: 114.73 Area: 1.00 cm2	110.00 R 3A 10 H 3	105.00 R 1A 6H 3	210.00 R 3P 1H 4

63 TH	Sampel 27	Min: 50.00 Max: 207.00 Mean: 138.97 SD: 33.87 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 547.00 Mean: 239.91 SD: 162.75 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 366.00 Mean: 143.52 SD: 112.17 Area: 1.00 cm2	132.00 L44 A 9F 49	115.00 L37 P 1F 55	305.00 L40 P 5F 50
33 TH	Sampel 28	Min: 28.00 Max: 86.00 Mean: 54.81 SD: 16.67 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 95.00 Mean: 18.17 SD: 26.95 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 266.00 Mean: 13.19 SD: 47.57 Area: 1.00 cm2	68.00 L14 P 19F 23	16.00 L17 P 17 F 23	7.00 L19 P27 F 21
15 TH	Sampel 29	Min: 11.00 Max: 100.00 Mean: 45.61 SD: 24.50 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 1089.00 Mean: 137.09 SD: 195.99 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 398.00 Mean: 190.51 SD: 152.79 Area: 1.00 cm2	34.00 R 9A 2F 30	118.00 R 7A 3F 30	398.00 R 8A 1 F 30
37 TH	Sampel 30	Min: 143.00 Max: 400.00 Mean: 245.19 SD: 63.99 Area: 1.00 cm2	Min: 342.00 Max: 1228.00 Mean: 713.76 SD: 210.46 Area: 1.00 cm2	Min: 0.00 Max: 66.00 Mean: 20.50 SD: 23.47 Area: 1.00 cm2	296.00 L26 P 39 F49	342.00 L20 P40 F 49	63.00 L25 P 45 F 50

Lampiran 5. Hasil Ekspertise Dokter Radiologi



KEMENTERIAN KESEHATAN RI
DIREKTORAT PELAYANAN KESEHATAN
RUMAH SAKIT PUSAT OTAK NASIONAL
Jl. MT Haryono Kav 11 Cawang - Jakarta Timur 13630
Telp. (Hunting) 021-2937 3377, Fax 021-2937 3445, 021-2937 3385
Email rspotakn@gmail.com



INSTALASI RADIOLOGI

No Pemeriksaan :

Nama :

Jenis Kelamin :

Klinis :

Dokter Pengirim :

Tanggal Order :

Hasil

Telah dilakukan MRI kepala dengan potongan aksial DWI ,T2,FLAIR,& SWI , 3DT1, coronal T2, 3DT1 tanpa kontras dan, MR perfusi, 3D T1 post kontras dan MRS dengan hasil sebagai berikut:

Tampak lesi slight hipointens pada ADC , slight hiperintens pada T2 dan FLAIR , hipointens dengan bercak hiperintens pada T1 yang pasca aplikasi kontras menyangat kontras homogen dengan diameter 4,5 x 4,7 x 5,5 cm di lobus frontal kanan yang menempel dengan lengkung anterior lobus frontal kanan dna falx cerebri anterior. Tampak dural tail di regio frontal kanan dan CSF cleft di sekitar lesi dengan midline schift ke kiri sebanyak 0,9 cm .

Pada MR Perfusion, tampak peningkatan sedang perfusi pada intralesi.

Pada MRS tampak peningkatan prominent Cho , peningkatan sedang ratio Cho/Cr dan penurunan NAA dan Cr.

Cortical sulci dan gyri kedua hemisfer cerebri baik.

Sistem ventrikel dan sisterna tak tampak kelainan.

Hipofisis dan chiasma opticum normal.

Pneumatisasi air cells kedua mastoid baik.

Sinus-sinus paranasalis baik.

Struktur tulang cranii normal.

Kesan

Lesi slight hipointens pada ADC , slight hiperintens pada T2 dan FLAIR , hipointens dengan bercak hiperintens pada T1 yang pasca aplikasi kontras menyangat kontras homogen dengan diameter 4,5 x 4,7 x 5,5 cm di lobus frontal kanan yang menempel dengan lengkung anterior lobus frontal kanan dna falx cerebri anterior dengan dural tail di regio frontal kanan dan CSF cleft di sekitar lesi dengan midline schift ke kiri sebanyak 0,9 cm . MR Perfusion, tampak peningkatan sedang perfusi pada intralesi. MRS tampak peningkatan prominent Cho , peningkatan sedang ratio Cho/Cr dan penurunan NAA dan Cr.

--> sesuai dengan massa ekstraaksial, hiperseluler sednag , hipervaskuler sedang, dural tail di regio frontal kanan dan CSF cleft di sekitar lesi dengan midline schift ke kiri sebanyak 0,9 cm . DD/ meningioma



KEMENTERIAN KESEHATAN RI
DIREKTORAT PELAYANAN KESEHATAN
RUMAH SAKIT PUSAT OTAK NASIONAL
Jl. MT Haryono Kav 11 Cawang - Jakarta Timur 13630
Telp. (Hunting) 021-2937 3377, Fax 021-2937 3445, 021-2937 3385
Email rspotakn@gmail.com



INSTALASI RADIOLOGI

No Pemeriksaan : [REDACTED]
Nama : [REDACTED]
Jenis Kelamin : [REDACTED]
Klinis : SOL susp craniopharyngioma |
Dokter Pengirim : [REDACTED]
Tanggal Order : 30-04-2024 13:06:39

Hasil

Telah dilakukan MRI kepala dengan potongan aksial DWI, T2, FLAIR, & SWI, 3DT1, coronal T2, 3DT1 tanpa kontras dan, MR perfusi, 3D T1 post kontras dan MRS dengan hasil sebagai berikut:

Tampak lesi bulat multipel heterogen (hiperintens dan hipointens) pada ADC, T2, iso dan hiperintens pada FLAIR dan iso dan hipointens pada T1 yang pasca aplikasi kontras menyangat heterogen dan tepi lesi kistik diameter 4 x 4,2 x 3,6 cm di suprasella. Lesi meluas ke infundibulum dan posterior hipofise (neurohipofise), mengobliterasi chiasma opticum serta meluas ke ventrikel III dan ventrikel lateral kanan anterior. Pada SWI, tampak kalsifikasi di intralesi dan postbleeding di tepi lesi.

Pada MR Perfusion, tampak peningkatan sedang sampai kuat perfusi pada tepi lesi.

Pada MRS (hasil kurang bagus krn ada kalsifikasi dan postbleeding) tampak peningkatan Cho dan sebagian peningkatan Lipid dan ratio Cho/Cr dengan penurunan NAA dan Cr.

Cortical sulci dan gyri kedua hemisfer cerebri baik.

Sistem ventrikel dan sisterna tak tampak kelainan.

Hipofisis normal.

Pneumatisasi air cells kedua mastoid baik.

Sinus-sinus paranasalis baik.

Struktur tulang cranii normal.

Kesan

Lesi bulat multipel heterogen (hiperintens dan hipointens) pada ADC, T2, iso dan hiperintens pada FLAIR dan iso dan hipointens pada T1 yang pasca aplikasi kontras menyangat heterogen dan tepi lesi kistik diameter 4 x 4,2 x 3,6 cm di suprasella. Lesi meluas ke infundibulum dan posterior hipofise (neurohipofise), mengobliterasi chiasma opticum serta meluas ke ventrikel III dan dinding ventrikel lateral kanan anterior. Pada SWI, tampak kalsifikasi di intralesi dan postbleeding di tepi lesi.

MR Perfusion, tampak peningkatan sedang sampai kuat perfusi pada tepi lesi. MRS (hasil kurang bagus krn ada kalsifikasi dan postbleeding) tampak peningkatan Cho dan sebagian peningkatan Lipid dan ratio Cho/Cr dengan penurunan NAA dan Cr.

--> sesuai dengan massa ekstraaksial, hiperseluler sedang, hipervaskuler sedang, kistik dan solid, kalsifikasi dan postbleeding. DD/ craniopharyngioma dengan perluasan ke hipofise posterior, ventrikel III dan dinding ventrikel lateral kanan anterior.

Lampiran 6. Output Uji Statistik

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Circle ROI CBF	.188	30	.009	.837	30	.000
Circle ROI CBV	.226	30	.000	.729	30	.000
Circle ROI MTT	.135	30	.173	.919	30	.025
Point Voxel ROI CBF	.222	30	.001	.800	30	.000
Point Voxel ROI CBV	.293	30	.000	.660	30	.000
Point Voxel ROI MTT	.213	30	.001	.829	30	.000
a. Lilliefors Significance Correction						

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Circle ROI CBF	30	2.63	722.38	176.3773	191.95642
Circle ROI CBV	30	5.79	2377.22	439.1490	575.57993
Circle ROI MTT	30	.41	301.18	113.0593	90.69536
Point Voxel ROI CBF	30	2.00	741.00	177.5333	213.51536
Point Voxel ROI CBV	30	.00	2705.00	487.4333	749.85583
Point Voxel ROI MTT	30	.00	604.00	134.0333	149.02291
Valid N (listwise)	30				

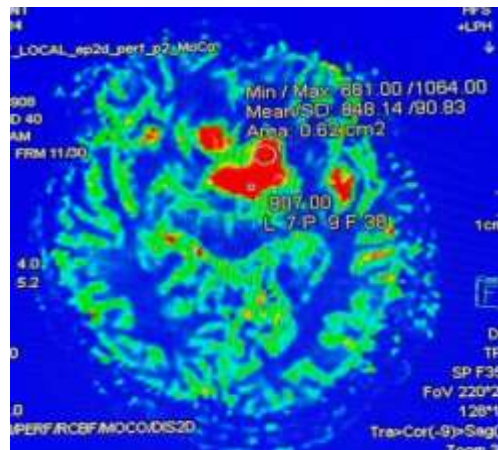
Wilcoxon Signed Ranks Test

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Circle ROI CBF	.188	30	.009	.837	30	.000
Circle ROI CBV	.226	30	.000	.729	30	.000
Circle ROI MTT	.135	30	.173	.919	30	.025
Point Voxel ROI CBF	.222	30	.001	.800	30	.000
Point Voxel ROI CBV	.293	30	.000	.660	30	.000
Point Voxel ROI MTT	.213	30	.001	.829	30	.000
a. Lilliefors Significance Correction						

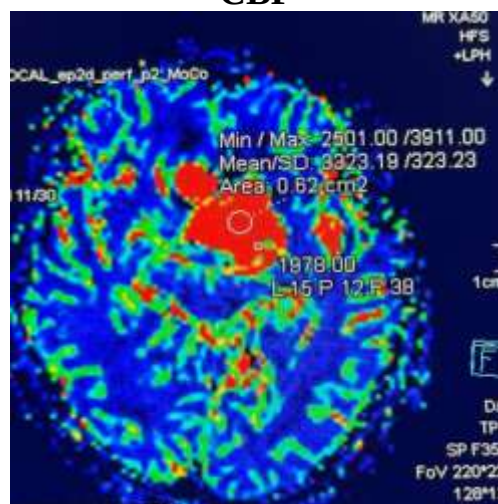
Test Statistics ^a			
	Point Voxel ROI CBF - Circle ROI CBF	Point Voxel ROI CBV - Circle ROI CBV	Point Voxel ROI MTT - Circle ROI MTT
Z	-.792 ^b	-.360 ^b	-1.100 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	.428	.719	.271

Lampiran 7. Sampel pengukuran nilai parameter perfusi DSC

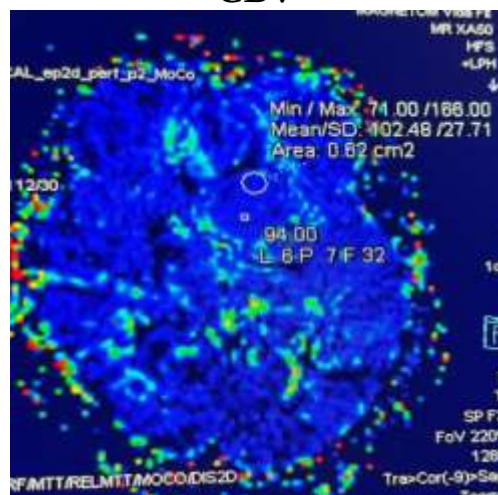
SAMPEL 1



CBF

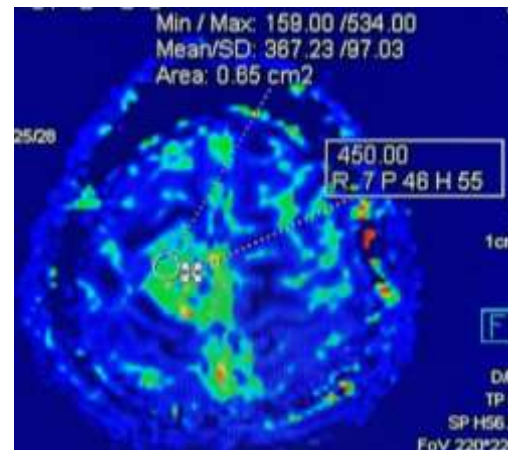


CBV

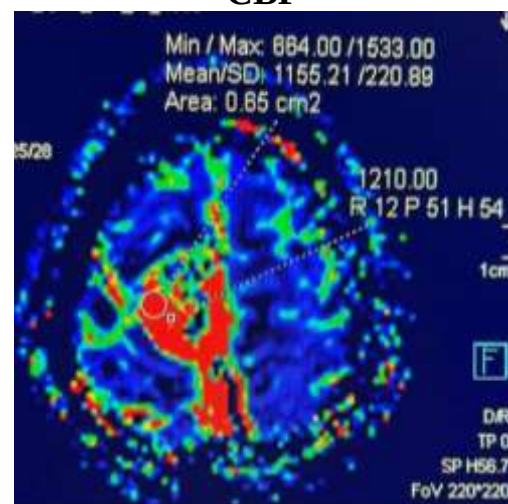


MTT

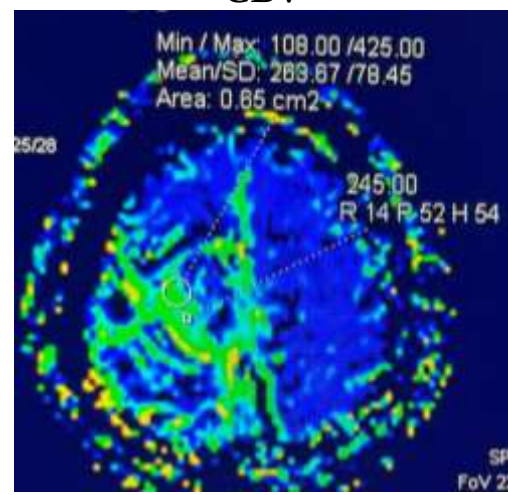
SAMPEL 2



CBF

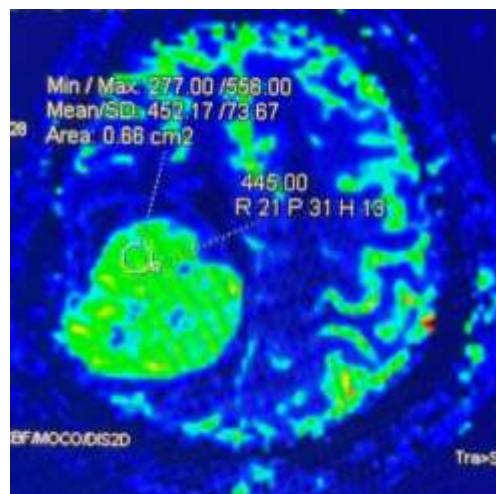


CBV



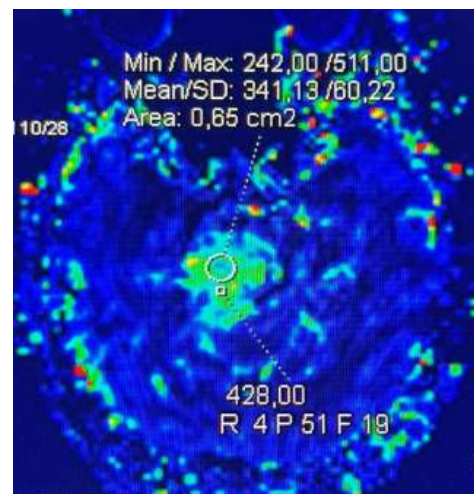
MTT

SAMPL 3

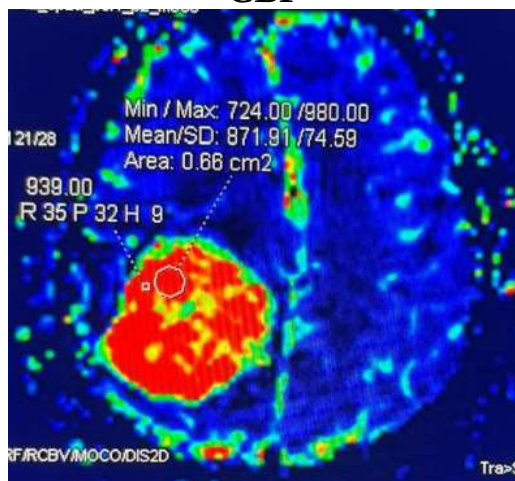


CBF

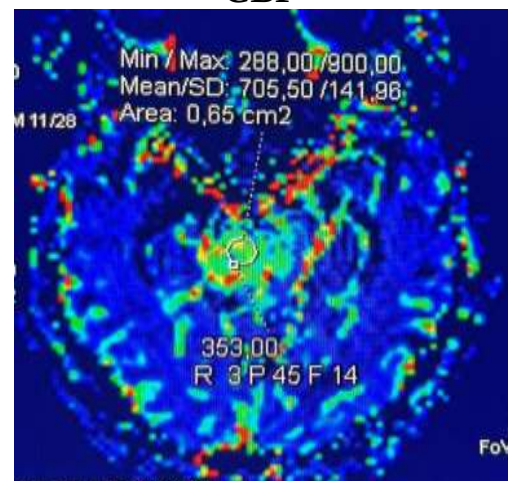
SAMPL 4



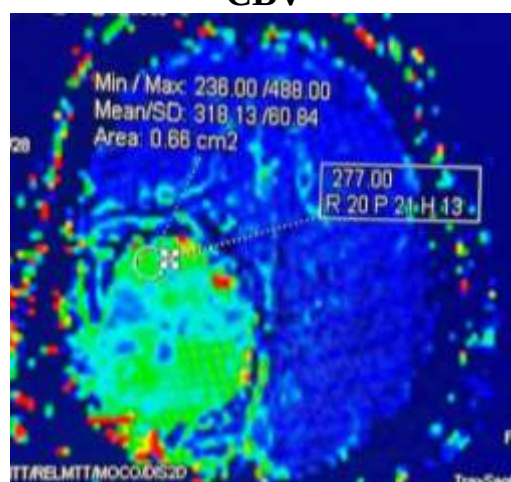
CBF



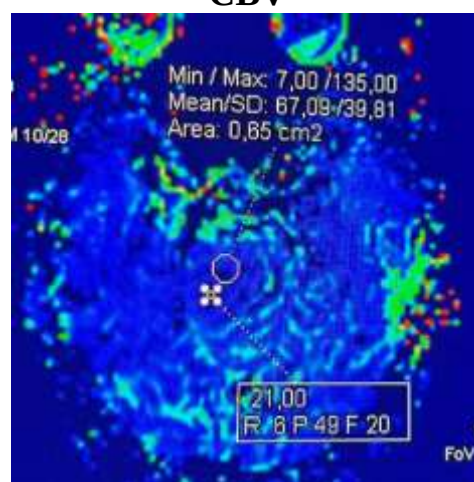
CBV



CBV

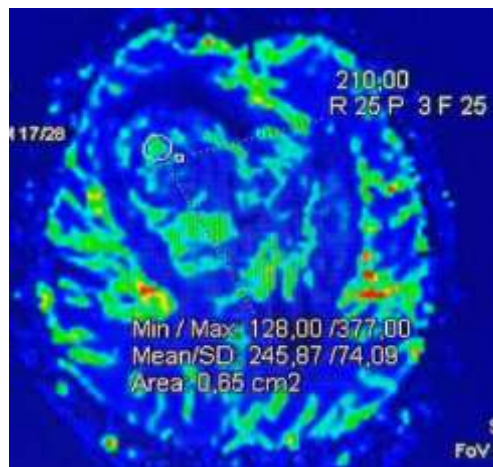


MTT

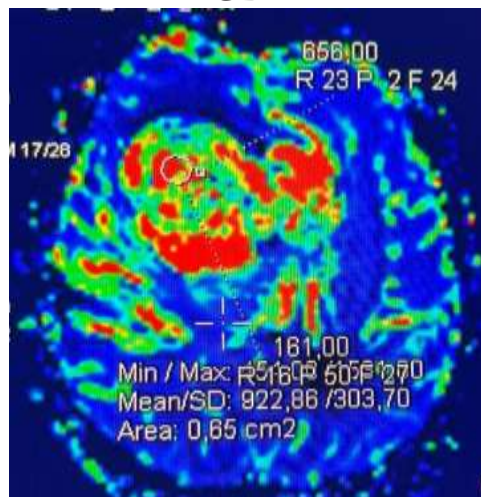


MTT

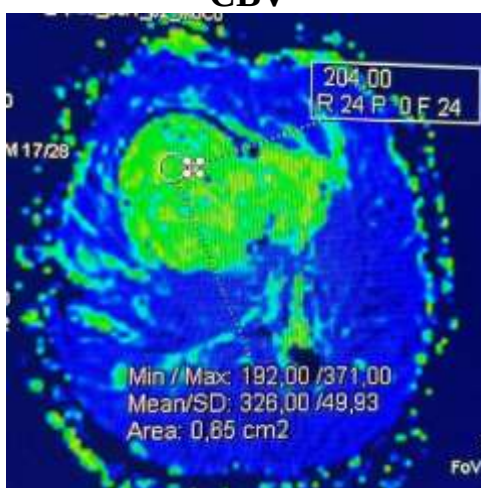
SAMPL 5



CBF

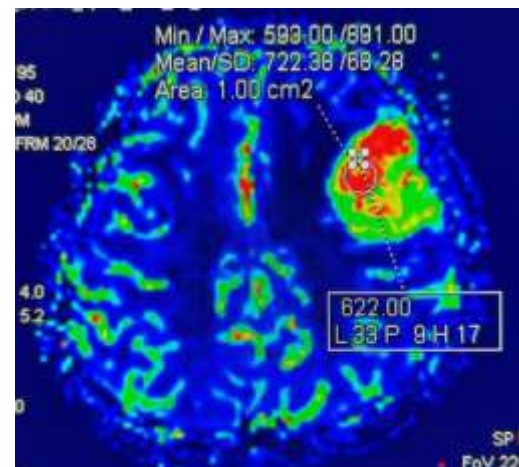


CBV

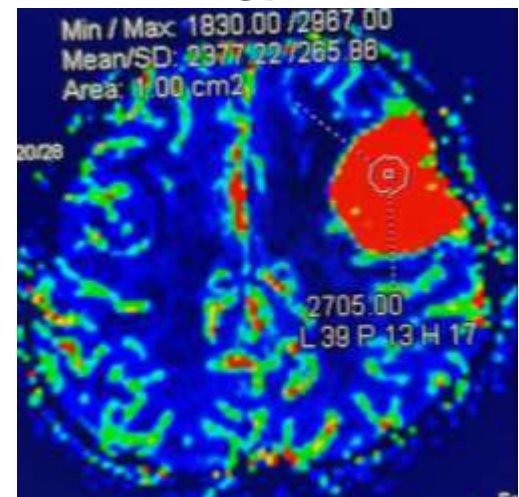


MTT

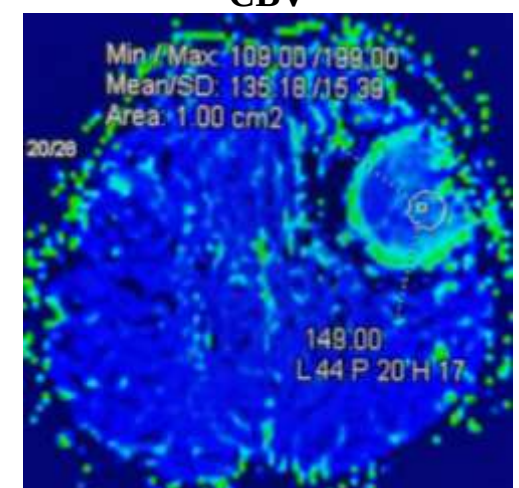
SAMPL 6



CBF



CBV



MTT

Lampiran 8. Surat izin observasi



Nomor : LB.02.01./F.XXXIV.11/ 0122 /2024
 Lampiran : -
 Perihal : Izin Observasi dan Pengambilan Data

Jakarta, 26 Februari 2024

Kepada Yth :

Direktur
 RS Pusat Otak Nasional
 di-

TEMPAT

Sehubungan dengan penyusunan Skripsi bagi Mahasiswa Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Program Sarjana Terapan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Kami mohon kiranya Bapak/Ibu pimpinan berkenan memberikan izin kepada Mahasiswa dibawah ini untuk melakukan observasi dan pengambilan data :

NO	NAMA	NIM	JUDUL SKRIPSI
1.	STEFHANI SYARIFUDDIN	P2.11.30.2.20.051	Perbandingan Nilai Parameter Perfusi Dynamic Susceptibility Contrast (DSC) menggunakan Dua Bentuk Pengukuran Roi pada Kasus Tumor Otak

Demikian permohonan ini dibuat, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan
 Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jakarta II
 Ketua,


 Dr. Nursama Heru A, S.Si,M.Si
 NIP. 19640420 198903 1 002

Tembusan Kepada Yth:

1. Kepala Bagian Diklat RS Pusat Otak Nasional
2. Kepala Bagian Radiologi RS Pusat Otak Nasional
3. Arsip.

Pembimbing Materi,


 Asumie Tarigan,S.Si,M.Si
 NIP. 19670728 199403 1 001





KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN JAKARTA II
 Jl. Hang Jebat III/F3 Kebayoran Baru Jakarta Selatan 12120
 Telp. 021-7397641 7397643 Fax. 021-7397769 Website: www.poltekkesjkt2.ac.id
 Email: info@poltekkesjkt2.ac.id dan poltekkes_jakarta2@yahoo.com



Nomor : LB.02.01/F.XXXIV.11/0122/2024
 Lampiran : 3 (tiga) Eksemplar Penelitian
 Perihal : Ethical Clearance RS Pusat Otak Nasional

Jakarta, 26 Februari 2024

Kepada Yth :
 Direktur
 RS Pusat Otak Nasional
 di-

JAKARTA-

Sehubungan dengan kegiatan pengambilan data dalam rangka Penelitian Skripsi dengan judul **"Perbandingan Nilai Parameter Perfusi Dynamic Susceptibility Contrast (DSC) menggunakan Dua Bentuk Pengukuran Roi pada Kasus Tumor Otak"** oleh mahasiswa semester 8 (delapan) Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Program Sarjana Terapan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi an. STEFHANI SYARIFUDDIN NPM P2.11.30.2.20.051, maka bersama ini kami mohon dibuatkan surat Ethical Clearance yang dikeluarkan oleh Unit Pengkajian Etik Penelitian Kesehatan RS Pusat Otak Nasional.

Adapun sebagai bahan pertimbangan kami lampirkan 3 Eksemplar Protokol Penelitian.

Demikian surat permohonan kami, atas perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan
 Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jakarta II
 Ketua,



Dr. Nursama Heru A.S.Si.M.Si.
 NIP. 19640420198903100

Tembusan Kepada Yth :
 1. Ketua Unit Pengkajian Etik Penelitian Kesehatan
 RS Pusat Otak Nasional
 2. Arsip.

Lampiran 9. Lembar Ethical Clearence



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.9/069/2024

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 Nilai Parameter Perfusi *Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC) Menggunakan Dua Bentuk Pengukuran ROI Pada Kasus Tumor Otak"

Peneliti Utama : Stefhani Syarifuddin
Asal Institusi : Poltekkes Kemenkes Jakarta II

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, 29 April 2024
Ketua Komite Etik Penelitian

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



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/802/2024

2 Mei 2024

Hal : Izin Penelitian

Yth. Ketua Jurusan
Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi
Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II
Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, 12120

Sehubungan dengan adanya surat Permohonan Izin Observasi dan Pengambilan Data dari Ketua Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II nomor LB.02.01./F.XXXIV.11/0122/2024 tanggal 26 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.9/069/2024 tanggal 29 April 2024 atas nama peneliti sebagai berikut:

nama peneliti : Stefhani Syarifuddin
judul penelitian : Perbandingan Nilai Parameter Perfusi *Dynamic Susceptibility Contrast* (DSC) Menggunakan Dua Bentuk Pengukuran ROI pada Kasus Tumor Otak
asal instansi : Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II

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 sdri. Yenni Syafitri di Nomor HP 0878-3989-4930 pada Komite Etik 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 keaslian tanda tangan elektronik, silahkan unggah dokumen pada laman <https://ke.keminfo.go.id/verifyPDF>.



Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE), BSSN

Lampiran 10. Lembar bimbingan Skripsi

JURUSAN TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN RADIOTERAPI POLITEKNIK KESEHATAN KEMENTERIAN KESEHATAN JAKARTA II

Nama Mahasiswa : Stefhani Syarifuddin
NPM : P2.11.30.2.20.051
Judul skripsi : Perbandingan Nilai Parameter Perfusi *Dynamic Susceptibility Contrast* (Dsc) Menggunakan Dua Bentuk Pengukuran Roi Pada Kasus Tumor Otak

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Saran	Keterangan
1	15-1-2024	Pengajuan udul	Dilakukan pemilihan judul	PM
2	24-1-2024	Bab 1 latar belakang	Revisi latar belakang	PM
3	31-1-2024	Mengganti judul	Membuat bab 2 dan bab 3	PM
4	12-2-2024	Bab 1 - bab 3	Perbaikan bab 2 dan bab 3	PM
5	12-2-2024	Bab 1 - bab 3	Perbaikan bab 2 dan bab 3	
6	15-2-2024	ACC Bab 1 – bab 3	Perbaikan bab 2 dan bab 3	PM
7	16-2-2024	ACC Proposal		PM
8	16-2-2024	Konsul dan ACC Proposal		
9	3-6-2024	Pemaparan hasil, pembahasan, kesimpulan	Revisi tabel dan pembahasan	PM
10	3-6-2024	Pembahasan, kesimpulan	Konsul hasil dan pembahasan	
11	12-6-2024	Konsul hasil dan pembahasan ROI		PM
12	12-6-2024	Konsul tentang ROI		
13	13-6-2024	ACC Skripsi		PM
14	13-6-2024	ACC Skripsi		

Pembimbing Materi



Asumsje Tarigan, S.Si, M.Si
NIP : 196707281994031001

Pembimbing Teknis



Mahfud Edy Widiatmoko, S.ST, MKM
NIP : 198309092008011009

Lampiran 11. Lembar cek turnitin

Stefhani syarifuddin_
PERBANDINGAN NILAI
PARAMETER PERFUSI DYNAMIC
SUSCEPTIBILITY CONTRAST
(DSC) MENGGUNAKAN DUA
BENTUK PENGUKURAN ROI
PADA KASUS TUMOR O

by Perpustakaan Terpadu PKJ2

Submission date: 23-Jul-2024 02:14PM (UTC+0700)

Submission ID: 2357763314

File name: syarifuddin_turnitin_2_-_STEFHANI_SYARIFUDDIN_mhsD4TRO2020R.pdf (1.24M)

Word count: 11187

Character count: 64517

Stefhani syarifuddin_ PERBANDINGAN NILAI PARAMETER
PERFUSI DYNAMIC SUSCEPTIBILITY CONTRAST (DSC)
MENGUNAKAN DUA BENTUK PENGUKURAN ROI PADA
KASUS TUMOR O

ORIGINALITY REPORT

17%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	pari.or.id Internet Source	2%
2	blogbabe.blogspot.com Internet Source	1%
3	Submitted to Forum Perpustakaan Perguruan Tinggi Indonesia Jawa Timur Student Paper	1%
4	repository.poltekkes-smg.ac.id Internet Source	1%
5	Submitted to Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang Student Paper	1%
6	jurnal.itscience.org Internet Source	1%
7	www.scribd.com Internet Source	1%

8	Submitted to Badan PPSDM Kesehatan Kementerian Kesehatan Student Paper	1 %
9	123dok.com Internet Source	<1 %
10	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
11	Submitted to Seoul Venture University Student Paper	<1 %
12	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
13	id.scribd.com Internet Source	<1 %
14	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
15	eprints.iain-surakarta.ac.id Internet Source	<1 %
16	klinik-ipa.blogspot.com Internet Source	<1 %
17	www.mdpi.com Internet Source	<1 %
18	Amila Amila, Evarina Sembiring, Sinarsi Meliala. "KARAKTERISTIK PASIEN TUMOR OTAK DI RSUP H.ADMALIK MEDAN	<1 %

TAHUN 2021", Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan, 2023

Publication

19	Amila Amila, Evarina Sembiring, Sinarsi Meliala. "SELF EFFICACY DAN KUALITAS HIDUP PASIEN TUMOR OTAK", Medika Respati : Jurnal Ilmiah Kesehatan, 2022 Publication	<1 %
20	repository.stikeshangtuh-sby.ac.id Internet Source	<1 %
21	yusrintosepu.wixsite.com Internet Source	<1 %
22	geograf.id Internet Source	<1 %
23	digilib.stikeskusumahusada.ac.id Internet Source	<1 %
24	ayubmanggalaputra-vokasi15.web.unair.ac.id Internet Source	<1 %
25	dspace.uji.ac.id Internet Source	<1 %
26	Submitted to Universitas Muhammadiyah Surakarta Student Paper	<1 %
27	core.ac.uk Internet Source	<1 %

28	es.scribd.com Internet Source	<1 %
29	repository.unsri.ac.id Internet Source	<1 %
30	we-didview.xyz Internet Source	<1 %
31	eprints.ukmc.ac.id Internet Source	<1 %
32	jurnalkampus.stipfarming.ac.id Internet Source	<1 %
33	Submitted to Hopkinton High School Student Paper	<1 %
34	docplayer.info Internet Source	<1 %
35	puskaradim.blogspot.com Internet Source	<1 %
36	androskripsi.wordpress.com Internet Source	<1 %
37	jurnal.umj.ac.id Internet Source	<1 %
38	jurnalmahasiswa.stiesia.ac.id Internet Source	<1 %
39	nozdr.ru Internet Source	<1 %

40	slideplayer.info Internet Source	<1 %
41	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
42	repository.umy.ac.id Internet Source	<1 %
43	www.halodoc.com Internet Source	<1 %
44	archotol.jamanetwork.com Internet Source	<1 %
45	dspace.umkt.ac.id Internet Source	<1 %
46	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	<1 %
47	media.neliti.com Internet Source	<1 %
48	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
49	www.referensisiswa.my.id Internet Source	<1 %
50	Mohammad Liyananta Septipalan, Muhammad Shata' Hibrizi, Nurun Latifah, Rosa Lina, Fitri Bimantoro. "Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan CNN Dengan Arsitektur	<1 %

Resnet50", Seminar Nasional Teknologi & Sains, 2024

Publication

51	adoc.pub Internet Source	<1 %
52	ariantoaktivis.wordpress.com Internet Source	<1 %
53	blognyadwee.blogspot.com Internet Source	<1 %
54	ejournals.umn.ac.id Internet Source	<1 %
55	eprints.perbanas.ac.id Internet Source	<1 %
56	repositori.uin-alauddin.ac.id Internet Source	<1 %
57	www.repository.poltekkes-kdi.ac.id Internet Source	<1 %
58	harlenseptianitasil.blogspot.com Internet Source	<1 %
59	jim.unsyiah.ac.id Internet Source	<1 %
60	jurnal.aiska-university.ac.id Internet Source	<1 %
61	jurnal.akfis-whs.ac.id Internet Source	<1 %

62	repo.palcomtech.ac.id Internet Source	<1 %
63	repositori.uma.ac.id Internet Source	<1 %
64	repository.unibos.ac.id Internet Source	<1 %
65	web.salatiga.go.id Internet Source	<1 %
66	www.frontiersin.org Internet Source	<1 %
67	Haidar Fakhri, Setiawardhana Setiawardhana, Iwan Syarif, Riyanto Sigit. "Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan Convolutional Neural Network", INOVTEK Polbeng - Seri Informatika, 2024 Publication	<1 %
68	Robia Astuti, Nurmitasari Nurmitasari, Naning Sutriningsih. "Math Bilbul "Alaihisalam" as a Learning Innovation During Covid 19", Halaqa: Islamic Education Journal, 2021 Publication	<1 %
69	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
70	lianiuchie.blogspot.com Internet Source	<1 %

71	moam.info Internet Source	<1 %
72	pdffox.com Internet Source	<1 %
73	pubmed.ncbi.nlm.nih.gov Internet Source	<1 %
74	pusatinfokamu.blogspot.com Internet Source	<1 %
75	repository.ar-raniry.ac.id Internet Source	<1 %
76	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %
77	repository.unjaya.ac.id Internet Source	<1 %
78	"High Field Brain MRI", Springer Science and Business Media LLC, 2017 Publication	<1 %
79	doku.pub Internet Source	<1 %
80	yanipinta.wordpress.com Internet Source	<1 %

Exclude quotes

On

Exclude matches

< 4 words