

SKRIPSI

**PERBANDINGAN NILAI CBF SEKUENS ASL
MENGUNAKAN *POST PROCESSING* ASLTBX DAN
STANDAR PADA KASUS STROKE ISKEMIK AKUT**



OLEH:

FARHIA WANDA SHAFIRA

NIM 151810383027

PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI RADIOLOGI PENCITRAAN

FAKULTAS VOKASI

UNIVERSITAS AIRLANGGA

SURABAYA

2022

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

PERBANDINGAN NILAI CBF SEKUENS ASL MENGGUNAKAN *POST*
PROCESSING ASLTBX DAN STANDAR PADA KASUS STROKE ISKEMIK
AKUT

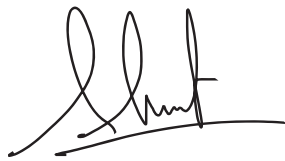
Oleh:

FARHIA WANDA SHAFIRA

151810383027

bahwa kedua pembimbing telah meyetujui skripsi ini untuk dipertahankan di
depan tim penguji dalam Seminar Hasil

Pembimbing I



Muhaimin S.Tr.Kes., M.T
NIP. 1990022520200731001

Pembimbing II



Ir. Riky Tri Yunardi, S.T., M.T.
NIP. 198905232015043101

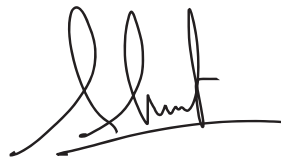
Surabaya, 27 Juni 2022

Mengetahui

Koordinator Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan

Fakultas Vokasi Universitas Airlangga



Muhaimin S.Tr.Kes., M.T
NIP. 1990022520200731001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PERBANDINGAN NILAI CBF SEKUENS ASL MENGGUNAKAN *POST PROCESSING* ASLTBX DAN STANDAR PADA KASUS STROKE ISKEMIK AKUT

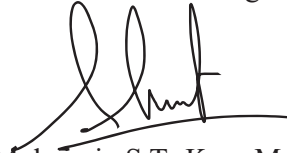
Oleh:

FARHIA WANDA SHAFIRA

151810383027

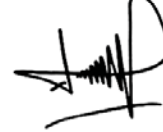
Setelah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal 4 Juli 2022 dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Kesehatan dalam bidang Teknologi Radiologi Pencitraan

Dosen Pembimbing I



Muhaimin S.Tr.Kes., M.T
NIP:199002252020073201

Dosen Pembimbing II



Ir. Riky Tri Yunardi, S.T., M.T.
NIP. 198905232015043101

Ketua Penguji



Dr. Anggraini Dwi Sensusiaty, Sp.Rad(K)
NIP. 19610912198902001

Anggota Penguji

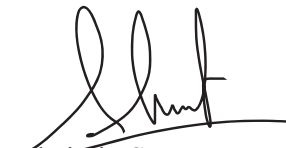


Gusti Atika Urfa S.Si., M.Sc
NIP:199405222021015274

Surabaya, 3 Juli 2022

Mengetahui,

Koordinator Program Studi D-IV
Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan
Fakultas Vokasi Universitas Airlangga



Muhaimin S.Tr.Kes., M.T
NIP:199002252020073201

SURAT PERSETUJUAN
MENJILID DAN MENGGANDAKAN SKRIPSI

PERBANDINGAN NILAI CBF SEKUENS ASL MENGGUNAKAN *POST*
PROCESSING ASLTBX DAN STANDAR PADA KASUS STROKE ISKEMIK
AKUT

Oleh:

FARHIA WANDA SHAFIRA

151810383027

Setelah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal 4 Juli 2022 dan
dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Kesehatan
dalam bidang Teknologi Radiologi Pencitraan

Pembimbing I

Pembimbing II



Muhaimin S.Tr.Kes., M.T
NIP. 1990022520200731001



Ir. Ricky Tri Yunardi, S.T., M.T.
NIP. 198905232015043101

Surabaya, 27 Juni 2022

Mengetahui

Koordinator Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan

Fakultas Vokasi Universitas Airlangga



Muhaimin S.Tr.Kes., M.T
NIP. 1990022520200731001

SURAT PERNYATAAN

Nama : FARHIA WANDA SHAFIRA
NIM : 151810383027
Program Studi : SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI RADIOLOGI
PENCITRAAN
Judul Penelitian : PERBANDINGAN NILAI CBF SEKUENS ASL
MENGUNAKAN *POST PROCESSING* ASLTBX DAN
STANDAR PADA KASUS STROKE ISKEMIK AKUT

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya sendiri, dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam daftar pustaka skripsi ini semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Surabaya, Februari 2022

Yang menyatakan



Farhia Wanda Shafira

NIM 151810383027

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur peneliti ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat-Nya peneliti dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “Perbandingan Nilai CBF Sekuens ASL Menggunakan *Post Processing* ASLTBX dan Standar pada Kasus Stroke Iskemik Akut” sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma-IV Teknologi Radiologi Pencitraan Fakultas Vokasi Universitas Airlangga Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan segala pembelajaran hidup.
2. Kedua orang tua saya, Adik Tiara, Adik Zahra, dan semua keluarga yang telah memberi banyak dukungan moril dan memotivasi saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Muhaimin S.Tr.Kes., M.T. selaku Kepala Program studi Diploma IV Teknologi Radiologi Pencitraan Universitas Airlangga dan juga selaku dosen pembimbing satu saya yang selalu membimbing dan memotivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ir. Riky Tri Yunardi, S.T., M.T selaku dosen pembimbing dua yang selalu membantu saya dalam penelitian, membimbing, dan memotivasi saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen pengajar dan staf pendidikan di Program Studi Diploma IV Teknologi Radiologi Pencitraan Universitas Airlangga.

6. Mas Ilham, Mas Ruci, Bapak Widya, dan Pak Abadi yang telah membantu dalam pengumpulan data dan penyusunan skripsi.
7. Nur Lailatul Fitria, Salsabila A., Shesha Rahma A., Nur Aini N.N.A., Farrih Fi A., Alifia K., Praska A.R., Salma, Jihan, Agni, Krizky, dan seluruh teman – teman mahasiswa Diploma IV Teknologi Radiologi Pencitraan Fakultas Vokasi Universitas Airlangga Surabaya angkatan 2014 yang saya banggakan, yang turut serta membantu dan memberikan dukungan moril mulai dari awal semester hingga akhir tahun perkuliahan.
8. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT membalas budi kepada semua pihak yang telah memberi kesempatan, dukungan, dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini. Peneliti menyadari tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna untuk membuat skripsi ini menjadi lebih baik lagi dan dapat bermanfaat bagi pembaca dan khususnya orang – orang yang mempelajari ilmu radiologi.

Surabaya, 3 Februari 2022

Penulis

PERBANDINGAN NILAI CBF SEKUENS ASL MENGGUNAKAN *POST PROCESSING* ASLTBX DAN STANDAR PADA KASUS STROKE ISKEMIK AKUT

Farhia Wanda Shafira

ABSTRAK

Penggunaan ASL (*arterial spin labeling*) sebagai salah satu teknik untuk membantu diagnosis stroke semakin pesat digunakan, terutama dengan kelebihanannya yang non invasif sehingga tidak memerlukan injeksi kontras gadolinium. Salah satu kendala yang menghambat standar klinis dan penelitian aplikasi ASL adalah perbedaan substansial dalam implementasi komersial ASL dari vendor MRI utama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan nilai CBF (*Cerebral Blood Flow*) sekuens ASL (*arterial spin labeling*) MRI dari hasil *post-processing* menggunakan *toolbox* ASLtbx dan menggunakan *post-processing* standar bawaan vendor pada kasus stroke iskemik akut. *Toolbox* ASLtbx merupakan sebuah *toolbox* berbasis MATLAB yang dapat digunakan untuk rekonstruksi ASL hingga kuantifikasi nilai CBF. Sedangkan *post-processing* standar yang digunakan adalah *software* bawaan vendor GE Medical Systems (Advantage Windows Workstation).

Sampel terdiri dari 23 data citra hasil pemeriksaan pasien paling banyak pada rentang usia 51-75 tahun sebanyak 82,60% dan berdasarkan tipe stroke, data citra hasil pemeriksaan pasien terbanyak yaitu infark iskemik akut sebanyak 47,82%. ROI diberikan pada dua daerah, ROI 1 pada jaringan normal dan ROI 2 pada jaringan stroke. Hasil perbandingan ROI dari kedua *post-processing* diukur secara statistic menggunakan paired sample t-test.

Hasil penelitian ini yaitu tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap nilai CBF hasil *post-processing* ASLtbx dan *post-processing* standar yang dibuktikan dengan nilai signifikansi $p_{\text{value}} = 0,05$. Sehingga dapat diamsusikan nilai CBF pada kedua *post-processing* berbanding lurus dan *toolbox* ASLtbx dapat digunakan untuk kalkulasi nilai CBF dari jaringan stroke iskemik akut.

Kata Kunci: *Arterial Spin Labeling*, *Post-processing*, CBF, ASLtbx

**COMPARISON OF CBF VALUE OF ASL SEQUENCE BETWEEN
ASLtbx AND STANDART POST-PROCESSING IN PATIENTS WITH
ACUTE ISCHEMIC STROKE**

Farhia Wanda Shafira

ABSTRACT

The use of ASL (arterial spin labeling) as a technique to help diagnose stroke is increasingly being used, especially with the advantages of being non-invasive thus does not require gadolinium contrast injection. One difficulty hindering clinical standards and research into ASL applications is the substantial difference in commercial implementation of ASL from major MRI vendors. This study aims to determine the differences in the values of CBF (Cerebral Blood Flow) sequences of ASL (arterial spin labeling) MRI results from post-processing using the ASLtbx toolbox and using standard vendor post-processing in patients with acute ischemic stroke. The ASLtbx toolbox is a MATLAB-based toolbox that can be used for ASL reconstruction to quantification of CBF values. While the standard post-processing used is the default software vendor GE Medical Systems (Advantage Windows Workstation).

The sample consisted of 23 image data from patient examination at most in the age range of 51-75 years as much as 82.60% and based on the type of stroke, the most image data from patient examination was acute infarction as much as 47.82%. ROI was given in two areas, ROI 1 in normal tissue and ROI 2 in stroke tissue. The results of the ROI comparison of the two post-processing were measured statistically using a paired sample t-test.

The results of this study demonstrated that there was no significant difference in the CBF value of post-processing ASLtbx and standard post-processing as evidenced by a significance value of $p\text{-value} = 0.05$. In conclusion it can be assumed that the CBF value in both post-processing is directly proportional and the ASLtbx toolbox can be used to calculate the CBF value of acute ischemic stroke tissue.

Keywords: Arterial Spin Labeling, Post-processing, CBF, ASLtbx

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	2
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	3
SURAT PERNYATAAN	3
KATA PENGANTAR	4
ABSTRAK	6
DAFTAR ISI	8
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan umum	4
1.3.2 Tujuan khusus	4
1.4 Manfaat	5
1.4.1 Manfaat teoritis	5
1.4.2 Manfaat praktis	5
BAB 2	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 MRI Otak	6
2.1.1 Anatomi	6
2.1.2 Indikasi	6
2.1.3 Perlengkapan Pasien	7
2.1.4 Posisi pasien	7
2.1.5 Protokol Standar	8
2.1.6 Protokol Stroke	10
2.2 MRI Perfusi	12
2.3 Arterial Spin Labeling (ASL)	14
2.3.1 Metode Perolehan Citra ASL	15
2.3.2 Post-labeling Delay (PLD)	19
2.3.3 Pseudo-continuous ASL (pCASL)	20

2.4 Cerebral Blood Flow (CBF)	23
2.5 Stroke	25
2.5.1 Konsep <i>Core</i> dan <i>Penumbra</i>	26
2.5.2 MRI untuk Membedakan Jaringan yang Dapat Diselamatkan	27
2.6 Metode Rekonstruksi ASLTBX	29
2.7 Hubungan Antar Variabel	31
2.8 Hipotesis	32
2.8.1 H0: tidak terdapat perbedaan dari nilai CBF sekuens ASL hasil post processing ASLTbx pada kasus stroke iskemik akut.	32
2.8.2 H1: terdapat perbedaan dari nilai CBF sekuens ASL hasil post processing ASLTbx pada kasus stroke iskemik akut.	32
BAB 3	33
METODE PENELITIAN	33
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	33
3.2 Bahan dan Materi Penelitian	33
3.2.1 Alat dan Bahan	33
3.2.2 Populasi	33
3.2.3 Sampel	33
3.2.4 Definisi Operasional	34
3.3 Metode Penelitian	36
3.3.1 Variabel Penelitian	36
3.3.2 Teknik Pengumpulan Data	36
3.3.3 Teknik Kalkulasi CBF pada ASLTBX	40
3.4 Rancangan Penelitian	43
3.4.1 Alur Penelitian	43
3.5 Analisis Data	44
BAB 4	46
HASIL PENELITIAN	46
4.1 Deskripsi Hasil Penelitian	46
4.2 Nilai CBF pada <i>Post-processing</i> ASLTbx dan Workstation GE	48
4.3 Uji Normalitas	48
4.4 Uji Paired T-test	50
BAB 5	52

PEMBAHASAN	52
5.1 Teknik Scanning 3D pCASL dengan Background Supression/Teknik Akuisisi Gambaran MRI	53
5.2 Post-processing Nilai Cerebral Blood Flow (CBF)	56
5.3 Perbedaan Nilai CBF menggunakan <i>Post- Processing</i> ASLtbx dan Standar	59
5.4 Keterbatasan Penelitian	60
BAB 6	61
KESIMPULAN DAN SARAN	61
6.1 Kesimpulan	61
6.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Anatomi dasar otak (Westbrook, C., Roth, C. K. and Talbot, J, 2011).....	6
Gambar 2. 2 Irisan garis tengah otak dengan sekuens SE T1 sagital menunjukkan sumbu komisura anterior dan posterior (Westbrook, C., Roth, C. K. and Talbot, J, 2011).....	9
Gambar 2. 3 Irisan garis tengah otak dengan bobot SE T1 sagital yang menunjukkan batas dan orientasi irisan untuk pencitraan aksial/miring (Westbrook, C., Roth, C. K. and Talbot, J, 2011).....	9
Gambar 2. 4 Gambar berbobot SE T1 sagital menunjukkan batas resepsi irisan dan orientasi untuk pencitraan koronal (Westbrook, C., Roth, C. K. and Talbot, J, 2011).....	10
Gambar 2. 5 Ilustrasi dari prinsip umum ASL dan post-processing.	16
Gambar 2. 6 Perbedaan sinyal antara gambar kontrol dan label sebanding dengan CBF.....	18
Gambar 2. 7 Continuous dan pseudocontinuous ASL (CASL dan PCASL)..	22
Gambar 2. 8 Penggambaran VOI	25
Gambar 2. 9 Skema menunjukkan daerah di luar oklusi arteri dengan zona perbatasan antara inti, penumbra, dan oligemia jinak (Goyal M., 2013)	27
Gambar 2. 10 Infark akut MCA kiri.	29
Gambar 2. 11 Diagram Hubungan Antar Variabel.....	31
Gambar 3. 1 Cara Peletakan ROI	39
Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian.....	43
Gambar 5. 1 Nilai Rata-rata CBF	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Prinsip dasar dan implikasi klinis dari MRI multimodal (Kim, B. et al 2014).	10
Tabel 2. 2 Perbedaan Teknik dalam MRI Perfusi (Jahng, et al., 2014)	13
Tabel 2. 3 Pengukuran PLD berdasarkan usia (Grade et al.)	20
Tabel 2. 4 Parameter 3D pCASL BS (Dolui, et al., 2017)	23
Tabel 3. 1 Nilai CBF pada toolbox ASLtbx.....	38
Tabel 3. 2 Data Nilai CBF pada 2 Teknik Post-processing	39
Tabel 3. 3 Nilai Rata-rata CBF.....	40
Tabel 4. 1 Distribusi sampel berdasarkan rentang usia	46
Tabel 4. 2 Distribusi sampel berdasarkan tipe stroke.....	46
Tabel 4. 3 Nilai rata-rata CBF berdasarkan PLD	47
Tabel 4. 4 Nilai Rata-rata CBF berdasarkan Tipe Stroke.....	48
Tabel 4. 5 perbedaan nilai CBF pada post-processing ASLtbx dan Workstation GE	48
Tabel 4. 6 Uji normalitas ROI 1 (stroke) CBF pada post-processing ASLtbx dan GE	49
Tabel 4. 7 Uji normalitas ROI 2 (normal) CBF pada post-processing ASLtbx dan GE	50
Tabel 4. 8 Uji Paired T-Test CBF	51
Tabel 5. 1 Protokol Akuisisi GE	55