

**REKONSTRUKSI CITRA ULTRASONOGRAFI  
TRANSCEREBELLAR 2 DIMENSI MENJADI  
TRANSCEREBELLAR 3 DIMENSI MENGGUNAKAN  
METODE *3D-FHNet***

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



**OLEH :**

**MUHAMMAD RIZKY RAMADHAN**

**09011281924063**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**REKONSTRUKSI CITRA ULTRASONOGRAFI  
TRANSCEREBELLAR 2 DIMENSI MENJADI  
TRANSCEREBELLAR 3 DIMENSI MENGGUNAKAN  
METODE 3D-FHNet**

**SKRIPSI**

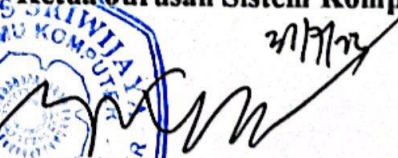

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**

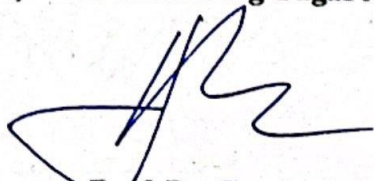
**Oleh :**

**MUHAMMAD RIZKY RAMADHAN  
09011281924063**

**Palembang, 12 Juli 2023**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer,**  
  
  
**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.**  
**NIP. 196612032006041001**

**Pembimbing Tugas Akhir,**  
  
**Prof. Dr. Erwin, S. Si., M. Si.**  
**NIP. 197101291994121001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

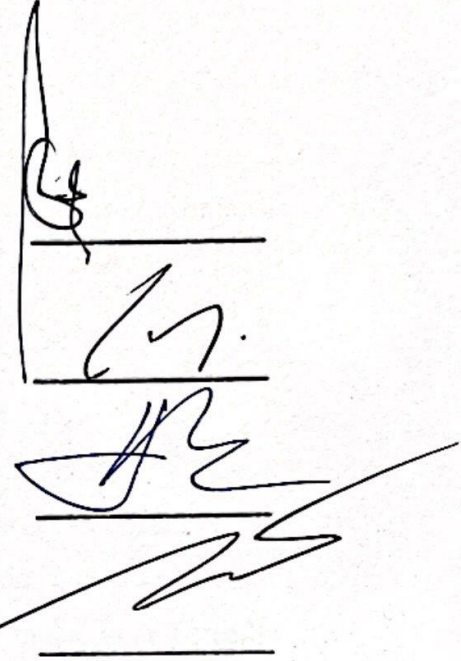
Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Senin

Tanggal : 12 Juni 2023

Tim Penguji :

1. Ketua : Sutarno, M.T.
2. Sekretaris : Iman Saladin B. Azhar, M.MSI
3. Pembimbing : Prof. Dr. Erwin, M.Si.
4. Penguji : Rossi Passarella, M.Eng



Mengetahui, 31/6/23  
Ketua Jurusan Sistem Komputer



**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.**  
NIP. 196612032006041001

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Rizky Ramadhan

NIM : 09011281924063

Judul : Rekonstruksi Citra Ultrasonografi Transcerebellar 2 Dimensi  
Menjadi Transcerebellar 3 Dimensi Menggunakan Metode *3D-FHNet*

Hasil pengecekan *Software Turnitin* : 14%

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya. Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, 12 Juli 2023



Muhammad Rizky Ramadhan



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah Yang Maha Esa, yang atas segala berkat, kasih sayang, serta karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Rekonstruksi Citra Ultrasonografi Transcerebellar 2 Dimensi Menjadi Transcerebellar 3 Dimensi Menggunakan Metode 3D-FHNet”**.

Dalam laporan ini penulis bermaksud menjelaskan mengenai pemodelan berupa 3 dimensi terhadap citra kepala janin yang didalamnya terdapat beberapa parameter yang dapat diamati yaitu transventrikular, transthalamic, dan transcerebellar. Pada laporan ini penulis akan mengamati objek khusus yaitu transcerebellar yang berada pada kepala janin dengan disertai data yang diperoleh penulis saat melakukan penelitian dan pengujian data. Penulis berharap agar penulisan laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak orang dan menjadi bahan untuk penelitian terkait kedepannya.

Pada kesempatan ini, penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara moril maupun materil, serta segala dukungan dan dorongan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Atas selesainya penulisan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah Yang Maha Esa, yang memberikan karunianya dan perlindungannya selama dalam awal penulisan sampai selesainya penulisan laporan
2. Kedua Orang Tua, Kakek, Tante, dan Adik Saya yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat kepada penulis dalam pelaksanaan kerja praktik dan penyelesaian laporan.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Sri Desy Siswanti, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis dari Semester 1 hingga Semester 4 di Jurusan Sistem Komputer.

6. Bapak Iman Saladin B. Azhar, S.Kom selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis saat ini di Jurusan Sistem Komputer.
7. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya dalam proses bimbingan, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. *Paratusin team* (Salsabila Naela Ramadhani, Yustim Rhamawati, dan Yossi Pratama) yang selalu memberikan dukungan mental kepada penulis untuk menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
9. Teman satu team (Wahnu, dkk) deteksi dan rekonstruksi kepala janin serta teman – teman satu angkatan penulis (Sistem Komputer 2019) dan Widya Rohadatul Aisy yang selalu memberikan semangat dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Puja Nur Fadila selaku teman terdekat penulis yang juga senantiasa memberikan semangat dan arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang selalu memberikan motivasi dan semangat kepada penulis.

Masih terdapat banyak kekurangan dalam pembuatan laporan kerja praktik ini, oleh karena itu penulis sangat menerima kritik, saran, dan koreksi terhadap isi dari laporan kerja praktik ini yang bersifat membangun. Semoga dengan laporan kerja praktik ini akan menjadi tambahan ilmu pengetahuan dan pengembangan wawasan kita dan bermanfaat bagi semuanya. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terimakasih

Palembang, 12 Juli 2023

Penulis,



Muhammad Rizky Ramadhan

NIM. 09011281924063

## Rekonstruksi Citra Ultrasonografi Transcerebellar 2 Dimensi Menjadi Transcerebellar 3 Dimensi Menggunakan Metode *3D-FHNet*

Muhammad Rizky Ramadhan (09011281924063)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : [mriskynamadhan2001@gmail.com](mailto:mriskynamadhan2001@gmail.com)

### ABSTRAK

Rekonstruksi citra dua dimensi *transcerebellar* menjadi tiga dimensi *transcerebellar* memiliki peran penting dalam diagnosis dan perencanaan perawatan di bidang neurologi. Penelitian ini mengusulkan metode *3D-FHNet* untuk menghasilkan representasi tiga dimensi yang akurat dari citra *transcerebellar*. Penelitian dimulai dengan segmentasi objek *transcerebellar* pada dataset ultrasonografi yang sudah dilabeli dengan baik. Arsitektur segmentasi yang dipakai adalah U-Net dan LinkNet sebagai pembanding. Setelah dilakukan training, kedua arsitektur dapat melakukan proses segmentasi objek dengan baik. Performa terbaik yang dihasilkan oleh U-Net dengan akurasi piksel sebesar 99,83%, Mean IU sebesar 89,71%, FPR sebesar 0,91%, Presisi sebesar 85,78%, Recall sebesar 85,31%, dan F1 Score sebesar 85,31%. Dengan akurasi tersebut, dilakukan validasi silang menggunakan *K-Fold* sebanyak *10-Fold*. Arsitektur U-Net dipilih untuk melanjutkan proses rekonstruksi 3 dimensi. Proses rekonstruksi dilakukan menggunakan 2 model sebagai peningkatan hasil sebelumnya menggunakan metode *PiFUHD*. Metode *PiFUHD* berhasil menciptakan representasi 3 dimensi dengan satu inputan hasil segmentasi sebelumnya. Dari hasil representasi 3 dimensi tersebut diambil 4 sisi lalu diimplementasikan ke metode *3D-FHNet*. Objek yang dihasilkan sama berupa objek 3 dimensi. Performa model dapat dihitung dengan menjadikan inputan sebagai ground truth atau metode IoU (Intersection over Union) dengan rata-rata sebesar 76,76% untuk 19 data uji. Dengan menggunakan metode *3D-FHNet*, rekonstruksi citra tiga dimensi terhadap citra ultrasonografi kepala janin dapat dilakukan secara akurat.

**Keywords** : Segmentasi, Rekonstruksi, Transcerebellar, *PiFUHD: Multi-Level Pixel Aligned Implicit Function for High Resolution 3D*, *3D-FHNet: Three-Dimensional Fusion Hierarchical Reconstruction Method for Any Number of Views*

## ***Reconstruction of 2D Transcerebellar Ultrasound Image to 3D Transcerebellar Using 3D-FHNet Method***

**Muhammad Rizky Ramadhan (09011281924063)**

*Computer Engineering Department, Computer Science Faculty, Sriwijaya University*

Email : [mriskyramadhan2001@gmail.com](mailto:mriskyramadhan2001@gmail.com)

### ***ABSTRACT***

*Reconstruction of two-dimensional transcerebellar images into three-dimensional transcerebellar has an important role in diagnosis and treatment planning in neurology. This study proposes the 3D-FHNet method to produce an accurate three-dimensional representation of transcerebellar images. The study began with segmentation of transcerebellar objects on well-labeled ultrasound datasets. The segmentation architecture used is U-Net and LinkNet as a comparison. After training, both architectures can process object segmentation properly. The best performance was produced by U-Net with a pixel accuracy of 99.83%, Mean IU of 89.71%, FPR of 0.91%, Precision of 85.78%, Recall of 85.31%, and F1 Score of 85.31%. With this accuracy, cross-validation was carried out using a 10-Fold K-Fold. The U-Net architecture was chosen to continue the 3D reconstruction process. The reconstruction process was carried out using 2 models as an improvement on the previous results using the PiFUHD method. The PiFUHD method succeeded in creating a 3-dimensional representation with one input from the previous segmentation results. From the results of the 3-dimensional representation, 4 sides are taken and then implemented into the 3D-FHNet method. The resulting object is the same as a 3-dimensional object. Model performance can be calculated by using the input as ground truth or the IoU (Intersection over Union) method with an average of 76.76% for 19 test data. By using the 3D-FHNet method, three-dimensional image reconstruction of the ultrasound image of the fetal head can be performed accurately.*

**Keywords :** *Segmentation, Reconstruction, Transcerebellum, PiFUHD: Multi-Level Pixel Aligned Implicit Function for High Resolution 3D, 3D-FHNet: Three-Dimensional Fusion Hierarchical Reconstruction Method for Any Number of Views*



# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>xvi</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.2.1. Tujuan .....	3
1.2.2. Manfaat .....	3
1.3. Perumusan dan Batasan Masalah .....	4
1.3.1. Perumusan Masalah .....	4
1.3.2. Batasan Masalah.....	4
1.4. Metodologi Penelitian .....	4
1.4.1. Metode Studi Pustaka dan Literatur.....	4
1.4.2. Metode Konsultasi .....	5
1.4.3. Metode Pembuatan Model .....	5
1.4.4. Metode Pengujian dan Validasi .....	5

1.4.5.	Metode Hasil dan Analisa .....	5
1.4.6.	Metode Penarikan Kesimpulan dan Saran .....	5
1.5.	Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>		<b>7</b>
2.1.	Penelitian Terkait .....	7
2.2.	Landasan Teori .....	10
2.2.1.	Citra.....	10
2.3.2.	Kepala Janin.....	11
2.3.3.	Transcerebellar.....	12
2.3.4.	Segmentasi Objek.....	13
2.3.5.	Rekonstruksi 3 Dimensi .....	14
2.3.	Perbaikan Kualitas Citra.....	14
2.4.	Dataset Fetal Brain-Ultrasound .....	15
2.5.	Distribusi Dataset .....	15
2.6.	CLAHE.....	16
2.7.	Arsitektur Segmentasi .....	16
2.7.1.	U-Net.....	16
2.7.2.	LinkNet .....	18
2.8.	Metode Rekonstruksi.....	19
2.8.1.	PiFuHD : Multi-Level Pixel-Aligned Implicit Function for High Resolution 3D .....	19
2.8.2.	3D-FHNet : Three-Dimensional Fusion Hierarchical Reconstruction Method for Any Number of Views.....	20
2.9.	Model Akurasi .....	21
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>		<b>22</b>
3.1.	Kerangka Kerja.....	22

3.2.	Raw Data (Dataset Fetal Brain-Ultrasound).....	23
3.3.	Akuisisi Data .....	24
3.4.	Pra-Pengolahan Data .....	26
3.5.	Hasil Pra-Pengolahan Data.....	27
3.5.1.	Input Citra .....	28
3.5.2.	Image Enhancement .....	28
3.5.3.	Augmentasi .....	29
3.5.3.1.	Flip .....	29
3.5.3.1.1	Horizontal Flip .....	29
3.5.3.1.2	Reverse Horizontal.....	30
3.5.3.1.3	Vertical Flip .....	31
3.5.3.1.4	Reverse Vertical .....	31
3.5.3.2.	Rotasi.....	32
3.6.	Mendapatkan Nilai Pixel dari Setiap Frame .....	33
3.7.	Segmentasi.....	34
3.7.1.	U-Net.....	35
3.7.2.	LinkNet .....	35
3.8.	<i>K-Fold Cross Validation</i> .....	36
3.9.	Rekonstruksi .....	37
3.10.	Validasi.....	38
3.11.	Pengujian .....	38
3.12.	Output Citra.....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>39</b>
4.1.	Pendahuluan .....	39
4.2.	Hasil Segmentasi dengan Arsitektur U-Net .....	39
4.2.1.	Hasil Segmentasi Model U-Net (Epoch 600, Batch Size 64) .....	39

4.2.2.	Pembahasan Hasil Segmentasi Model U-Net (Epoch 600, Batch Size 64) .....	40
4.3.	Hasil Segmentasi dengan Arsitektur LinkNet .....	41
4.3.1.	Hasil Segmentasi Model LinkNet (Epoch 600, Batch Size 64).....	41
4.3.2.	Pembahasanasil Segmentasi Model LinkNet (Epoch 600, Batch Size 64) .....	42
4.4.	Model Segmentasi Terbaik dan Implementasi <i>K-Fold</i> .....	43
4.5.	Uji Coba Terhadap Data Unseen menggunakan Model Terbaik.....	44
4.6.	Hasil Rekonstruksi menggunakan Metode PiFuHD.....	46
4.7.	Hasil Rekonstruksi menggunakan Metode 3D-FHNet.....	49
4.8.	Hasil Print Objek 3 Dimensi (3D Printing) .....	51
4.9.	Resume .....	52
4.9.1.	Model Terbaik Segmentasi .....	52
4.9.1.	Model Terbaik Rekonstruksi.....	53
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>55</b>
5.1.	Kesimpulan.....	55
5.2.	Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>57</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Contoh Citra USG Transcerebellar.....	13
<b>Gambar 2.2.</b> Citra <i>Ultrasonografi Transcerebellar</i> sesudah diberi label.....	13
<b>Gambar 2.3.</b> Patient01563_Plane3_2_of_3 (Sumber : Dataset Kaggle) .....	13
<b>Gambar 2.4.</b> Patient01563_Plane3_2_of_3 (Sumber : Dataset Kaggle) .....	15
<b>Gambar 2.5.</b> Arsitektur U-Net.....	18
<b>Gambar 2.6.</b> Arsitektur LinkNet.....	19
<b>Gambar 2.7.</b> Model 3D-FHNet.....	21
<b>Gambar 3.1.</b> Kerangka Kerja.....	22
<b>Gambar 3.2.</b> Kerangka Kerja – Akuisisi Data .....	24
<b>Gambar 3.3.</b> Plot Pembagian Data.....	25
<b>Gambar 3.4.</b> Plot Split Data.....	25
<b>Gambar 3.5.</b> Pra-Pengolahan Data .....	26
<b>Gambar 3.6.</b> Patient01563_Plane3_2_of_3 (Sumber : Dataset Kaggle) .....	27
<b>Gambar 3.7.</b> Patient01563_Plane3_2_of_3 (Sumber : Dataset Kaggle) .....	27
<b>Gambar 3.8.</b> Citra Awal (Patient01563_Plane3_2_of_3).....	28
<b>Gambar 3.9.</b> Hasil Denoising Filter.....	28
<b>Gambar 3.10.</b> Hasil CLAHE.....	29
<b>Gambar 3.11.</b> Arsitektur Penelitian (U-Net) .....	35
<b>Gambar 3.12.</b> Arsitektur Penelitian (LinkNet) .....	35
<b>Gambar 3.13.</b> Ilustrasi K-Fold sebanyak 10-Fold .....	36
<b>Gambar 4.1.</b> Grafik Training and Validation Accuracy Model U-Net.....	40
<b>Gambar 4.2.</b> Grafik Training and Validation Loss Model U-Net .....	40
<b>Gambar 4.3.</b> Grafik Training and Validation Accuracy Model LinkNet .....	42
<b>Gambar 4.4.</b> Grafik Training and Validation Loss Model LinkNet .....	42
<b>Gambar 4.5.</b> Grafik Training and Validation Accuracy Model U-Net (10-Fold).....	43



**Gambar 4.6.** Grafik Training and Validation Loss Model U-Net (10-Fold)..... 44

**Gambar 4.7.** Tabel nilai akurasi model 3D-FHNet (IoU)..... 53

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1.</b> Jumlah data tiap kelas (Raw Dataset).....	24
<b>Tabel 3.2.</b> Akuisisi Data .....	26
<b>Tabel 3.3.</b> <i>Horizontal Flip</i> .....	29
<b>Tabel 3.4.</b> <i>Reverse Horizontal</i> .....	30
<b>Tabel 3.5.</b> <i>Vertical Flip</i> .....	31
<b>Tabel 3.6.</b> <i>Reverse Vertical</i> .....	32
<b>Tabel 3.7.</b> Dataset Baru (Training Data) .....	33
<b>Tabel 3.8.</b> Pembagian data <i>training</i> dan <i>testing</i> (Split Data) .....	33
<b>Tabel 4.1.</b> Model Arsitektur U-Net. ....	39
<b>Tabel 4.2.</b> Akurasi Model U-Net .....	40
<b>Tabel 4.3.</b> Model Arsitektur LinkNet.....	41
<b>Tabel 4.4.</b> Akurasi Model LinkNet.....	42
<b>Tabel 4.5.</b> Akurasi Model U-Net (10-Fold).....	44
<b>Tabel 4.6.</b> Hasil Segmentasi Model U-Net.....	45
<b>Tabel 4.7.</b> Akurasi Data Unseen (Model U-Net).....	46
<b>Tabel 4.8.</b> Rekonstruksi PiFuHD.....	46
<b>Tabel 4.9.</b> Rekonstruksi 3D-FHNet.....	49
<b>Tabel 4.10.</b> Hasil <i>3D Printing</i> .....	52
<b>Tabel 4.11.</b> Resume Akurasi Model Segmentasi (U-Net dan LinkNet).....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Citra Awal Transcerebellar.....	62
<b>Lampiran 2</b> Hasil Horizontal Flip .....	73
<b>Lampiran 3</b> Hasil Reverse Horizontal.....	84
<b>Lampiran 4</b> Hasil Vertical Flip.....	95
<b>Lampiran 5</b> Hasil Reverse Vertical .....	106
<b>Lampiran 6</b> Segmentasi U-Net.....	117
<b>Lampiran 7</b> Segmentasi LinkNet.....	126
<b>Lampiran 8</b> Hasil Rekonstruksi PiFuHD.....	135
<b>Lampiran 9</b> Hasil Rekonstruksi 3D-FHNet.....	138
<b>Lampiran 10</b> Hasil 3D-Printing.....	140
<b>Lampiran 11</b> Form Perbaikan Ujian Skripsi (Tugas Akhir II) .....	141
<b>Lampiran 12</b> Form Perbaikan Ujian Skripsi (Tugas Akhir II) .....	142
<b>Lampiran 13</b> Bukti Skor Plagiasi .....	144

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang kian hari kian meningkat pesat tidak dapat dihindari efeknya. Banyak sektor yang bersinggungan langsung dengan pemanfaatan teknologi itu sendiri contohnya sektor industri dan pendidikan. Namun, peranan teknologi hingga saat ini pun mulai merambat ke sektor kesehatan atau medis. Pemanfaatan teknologi dalam dunia medis sendiri biasanya bertujuan untuk membantu tenaga medis dalam hal ketepatan dan kecepatan pekerjaan mereka. Tren teknologi dalam dunia medis saat ini adalah pemanfaatan kecerdasan buatan yang dimodelkan sedemikian rupa untuk mendeteksi berbagai penyakit yang biasanya memerlukan waktu dan tenaga ahli untuk praktek langsungnya di lapangan. Dengan adanya pendekatan model *Artificial Intelligence*[1], kini deteksi penyakit yang mungkin diderita pasien bisa dilakukan dengan mudah dan singkat.

Rekonstruksi citra 2 dimensi menjadi citra 3 dimensi[1] adalah salah satu area penelitian yang menarik dalam bidang pengolahan citra dan pengenalan pola. Teknik ini memiliki potensi besar untuk memperluas pemahaman kita tentang objek dan lingkungan yang direpresentasikan dalam citra. Salah satu aplikasi penting dari rekonstruksi citra 3 dimensi adalah dalam bidang kedokteran, terutama dalam pemindaian otak menggunakan resonansi magnetik (MRI)[2].

Citra resonansi magnetik[3] adalah salah satu teknik pencitraan medis yang paling umum digunakan untuk menghasilkan gambar struktur internal otak. Namun, dalam banyak kasus, gambar 2D dari otak tidak memberikan informasi yang cukup lengkap tentang struktur otak secara keseluruhan. Oleh karena itu, ada kebutuhan yang mendesak untuk mengembangkan metode yang dapat mengubah citra 2D menjadi citra 3D, sehingga memungkinkan analisis yang lebih komprehensif dan pemahaman yang lebih baik tentang struktur otak[4].

Salah satu metode yang menjanjikan dalam rekonstruksi citra 3D adalah metode 3D-FHNet[1]. Metode ini didasarkan pada jaringan saraf tiruan yang dalam penelitian sebelumnya telah terbukti efektif dalam mempelajari fitur-fitur yang kompleks dalam citra. 3D-FHNet menggunakan arsitektur jaringan saraf yang

dalam untuk mengambil fitur-fitur lokal dari citra 2D dan kemudian menggabungkannya untuk menghasilkan citra 3D yang lebih lengkap dan terperinci.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan potensi besar dari metode 3D-FHNet dalam rekonstruksi citra 3D transcerebellar[1]. Cerebellum adalah bagian penting dari otak yang berfungsi dalam koordinasi gerakan dan kontrol motorik. Tidak dapat dipungkiri, hal ini menjadi tantangan dalam mengetahui kondisi janin yang tujuan utamanya untuk menemukan parameter-parameter yang terdapat pada lingkaran kepala janin. Parameter *Transcerebellar*[4] sendiri dapat ditandai dengan adanya Cavum Septi Pelucidi (CSP), Frontal Horn, dan Choroid Plexus. Untuk mengamati dan mengetahui beberapa faktor tersebut diperlukannya sebuah alat untuk dapat mendeteksi parameter-parameter didalam kepala janin yang sering disebut sebagai Ultrasonografi (USG)[5]. Ultrasonografi atau yang umumnya kita ketahui sebagai alat USG ini merupakan suatu teknik diagnosis untuk menampilkan gambar atau citra[6]. Tahapan rekonstruksi tidak dapat dilakukan secara langsung dengan data mentah berupa citra ultrasonograf saja, melainkan melewati beberapa tahapan yang dimulai dengan proses pencerahan citra, augmentasi data, segmentasi parameter sampai akhirnya data dapat dilatih dan diuji untuk rekonstruksi 3 dimensi. Rekonstruksi citra 3D transcerebellar dapat memberikan informasi yang berharga tentang struktur dan fungsi cerebellum, yang dapat digunakan dalam diagnosis dan perencanaan perawatan penyakit terkait cerebellum.

Namun, meskipun kemajuan yang telah dicapai dalam pengembangan metode 3D-FHNet, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satunya adalah masalah akurasi rekonstruksi[1]. Dalam penelitian ini, kami bertujuan untuk memperbaiki akurasi rekonstruksi citra 3D transcerebellar menggunakan metode 3D-FHNet dengan memperkenalkan beberapa modifikasi pada arsitektur jaringan dan teknik pelatihan.

Dengan mengatasi tantangan ini, kami berharap penelitian kami dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan metode rekonstruksi citra 3D transcerebellar. Hasil penelitian ini dapat meningkatkan pemahaman kita tentang struktur dan fungsi cerebellum serta meningkatkan kemampuan kita dalam diagnosis dan perawatan penyakit terkait cerebellum. Selain itu, penelitian ini juga



dapat memberikan wawasan baru dalam bidang pengolahan citra dan pengenalan pola secara umum, dengan menerapkan metode 3D-FHNet pada bidang lain yang memerlukan rekonstruksi citra 3D dari citra 2D.

Metode 3D PIFuHD[7] yang merupakan arsitektur multi-level yang dapat ditrain dari ujung – ke ujung gambar. Dalam pengamatan seluruh gambar pada resolusi yang rendah dan akan berfokus pada penalaran *holistic*[8]. Metode PIFuHD memproyeksikan konteks ke tingkat tinggi yang memperkirakan geometri yang sangat rinci dengan mengamati gambar dengan resolusi tinggi. Terakhir adalah metode 3DFH-Net, dimana arsitektur ini menggunakan hasil dari arsitektur PIFuHD yang diputar sudut – sudutnya untuk memperoleh gambar dengan view yang berbeda beda sebelum diproyeksikan menjadi objek 3 dimensi.

Berdasarkan penjelasan yang disampaikan sebelumnya, maka dari itu pada penelitian tugas akhir ini penulis bermaksud melakukan penelitian mengenai “Rekonstruksi Citra Ultrasonograf Transcerebellar 2 Dimensi Menjadi Transcerebellar 3 Dimensi Menggunakan Metode *3D-FHNet*”.

## **1.2. Tujuan dan Manfaat**

### **1.2.1. Tujuan**

Berikut tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Memperbanyak dataset dengan cara mengimplementasikan teknik augmentasi terhadap dataset *fetal-ultrasound-brain Kaggle*.
2. Meringankan beban tugas tim medis untuk memperoleh hasil yang lebih baik dan akurat
3. Proses rekonstruksi penelitian ini menggunakan citra USG 2D yang akan diubah menjadi 3D janin dengan berfokus pada objek kepala janin *transcerebellar* dengan menggunakan metode 3D-FHNet.

### **1.2.2. Manfaat**

Berikut manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Mendapatkan hasil rekonstruksi objek 2 dimensi kepala janin menjadi 3 dimensi dengan metode 3D-FHNet.
2. Dapat membantu mempermudah para medis di bidang kesehatan untuk mengetahui kondisi janin saat didalam kandungan.
3. Mempelajari bentuk kepala janin yang telah diproses dan direndering yang ditampilkan dalam bentuk 3 dimensi.

### **1.3. Perumusan dan Batasan Masalah**

#### **1.3.1. Perumusan Masalah**

Setelah penjelasan pada latar belakang sebelumnya, proses yang ditempuh untuk melakukan rekonstruksi kepala janin dari 2 dimensi menjadi 3 dimensi memerlukan waktu yang panjang dan alat yang canggih. Penelitian ini bermaksud untuk membantu meminimalisir waktu yang panjang menjadi waktu yang lebih efisien dan menciptakan hasil yang jelas untuk membantu tenaga medis menyelesaikan masalah. Penelitian ini meliputi kegiatan rekonstruksi lingkaran kepala janin dengan menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) serta metode 3DFH-Net.

#### **1.3.2. Batasan Masalah**

Penelitian ini dilakukan dengan batasan yang ditentukan yaitu dimana pada penelitian ini hanya dilakukan sampai proses rekonstruksi gambar 3D yang sebelumnya hanya inputan 2 dimensi dengan proses segmentasi terlebih dahulu. Adapun metode akhir yang akan dipakai untuk proses tersebut adalah metode 3D-FHNet menggunakan dataset *fetal-ultrasound-brain Kaggle* yang berfokuskan parameter Transcerebellar.

### **1.4. Metodologi Penelitian**

#### **1.4.1. Metode Studi Pustaka dan Literatur**

Pada metode ini, dilakukan pencarian dan pengumpulan referensi berupa literatur yang terdapat pada buku dan internet mengenai Tugas Akhir yang sedang dikerjakan.

#### **1.4.2. Metode Konsultasi**

Dalam metode ini penulis melakukan konsultasi secara langsung dan atau tidak langsung kepada semua pihak narasumber yang memiliki pengetahuan serta wawasan yang baik dalam mengatasi permasalahan yang ditemui pada penulisan Tugas Akhir ini.

#### **1.4.3. Metode Percobaan Model**

Metode selanjutnya adalah model program yang berkaitan dengan topik yang dibahas. Model dipakai dengan dataset yang dimiliki penulis.

#### **1.4.4. Metode Pengujian dan Validasi**

Pengujian terhadap sistem yang telah dibuat perlu dilakukan untuk melihat batasan-batasan kinerja sistem tersebut dapat menghasilkan nilai akurasi yang baik atau sebaliknya.

#### **1.4.5. Metode Hasil dan Analisa**

Hasil dari pengujian pada Tugas Akhir ini akan dianalisa seluruh kelebihan serta kekurangannya, sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai referensi yang baik untuk penelitian selanjutnya.

#### **1.4.6. Metode Penarikan Kesimpulan dan Saran**

Metode ini merupakan tahap akhir dari Metodologi Penelitian, berdasarkan hasil dan analisis penelitian yang dilakukan maka akan didapatkan kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah penulisan tugas akhir ini, penulis bermaksud memakai sistematika penulisan sebagai berikut:

## **BAB I PENDAHULUAN**

Pada tahap ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah samapi dengan sistematika penulisan dalam penciptaan tugas akhir ini.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan pustaka akan membahas mengenai penelitian, rangkaian hasil kajian literatur terkait dan juga landasan yang berhubungan dengan topik penelitian yaitu rekonstruksi citra janin.

## **BAB III METODOLOGI**

Pada tahap ini membahas mengenai pemilihan sampai pengambilan dataset, kerangka kerja yang akan dibuat, lingkungan perangkat keras dan perangkat lunak yang dipakai pada penelitian ini, rancangan blok diagram dan juga diagram alir sampai metode yang akan dipakai.

## **BAB IV HASIL DAN ANALISIS**

Pada bab ini akan membahas mengenai hasil dan juga analisa dari proses rekonstruksi pada citra janin dan juga dataset yang digunakan ketika penelitian.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab akhir ini membicarakan kesimpulan dan saran yang mungkin dapat berguna untuk penelitian dengan topik yang sama dikemudian hari.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Q. Lu, Y. Lu, M. Xiao, X. Yuan, and W. Jia, “3d-fhnet: Three-dimensional fusion hierarchical reconstruction method for any number of views,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 172902–172912, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2955288.
- [2] S. Tourbier *et al.*, “Automated template-based brain localization and extraction for fetal brain MRI reconstruction,” *Neuroimage*, vol. 155, no. April, pp. 460–472, 2017, doi: 10.1016/j.neuroimage.2017.04.004.
- [3] A. M. Saleh, F. Al-Saygh, M. Abushama, and B. Ahmed, “The Role of Three-Dimensional Ultrasound in Gynecology,” *Res. Women’s Heal.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2019, doi: 10.24983/scitemed.rwh.2019.00103.
- [4] Y. Li *et al.*, “Standard plane detection in 3D fetal ultrasound using an iterative transformation network,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 11070 LNCS, no. September, pp. 392–400, 2018, doi: 10.1007/978-3-030-00928-1\_45.
- [5] C. F. Baumgartner *et al.*, “SonoNet: Real-Time Detection and Localisation of Fetal Standard Scan Planes in Freehand Ultrasound,” *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 36, no. 11, pp. 2204–2215, Nov. 2017, doi: 10.1109/TMI.2017.2712367.
- [6] X. Deng, S. He, Q. Wu, Z. Weng, M. Yang, and M. Liu, “Prenatal Diagnosis of Fetal Cleft Lip and Palate with Three-Dimensional Ultrasound Information Technology,” *Sci. Program.*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/1531724.
- [7] S. Saito, T. Simon, J. Saragih, and H. Joo, “PIFuHD: Multi-Level Pixel-Aligned Implicit Function for High-Resolution 3D Human Digitization,” *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, pp. 81–90, 2020, doi: 10.1109/CVPR42600.2020.00016.



- [8] S. Saito, Z. Huang, R. Natsume, S. Morishima, H. Li, and A. Kanazawa, "PIFu: Pixel-aligned implicit function for high-resolution clothed human digitization," *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, vol. 2019-Octob, pp. 2304–2314, 2019, doi: 10.1109/ICCV.2019.00239.
- [9] C. Bajaj, I. Ihm, and S. Park, "Compression-based 3D texture mapping for real-time rendering," *Graph. Models*, vol. 62, no. 6, pp. 391–410, 2000, doi: 10.1006/gmod.2000.0532.
- [10] N. Siddique, S. Paheding, C. P. Elkin, and V. Devabhaktuni, "U-net and its variants for medical image segmentation: A review of theory and applications," *IEEE Access*, pp. 1–28, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3086020.
- [11] Z. Chen, J. Zhou, Y. Chen, and G. Wang, "3D Texture Mapping in Multi-view Reconstruction," pp. 359–360, 2012.
- [12] R. Adipranata *et al.*, "Dimensi Menggunakan Metode Generalized Voxel Coloring – Layered Depth Image".
- [13] T. SAKTIA, Bayu Angkusprana, HARIYANTO, "KALIBRASI KAMERA NON-METRIK DIGITAL DENGAN METODE SELF CALIBRATION," vol. 8, pp. 118–125, 2013.
- [14] R Wahyu, "Latar Belakang Masalah Toileting," *Latar Belakang Masal. Toilet.*, vol. 2, no. 5, p. 255, 2015, [Online]. Available: ???
- [15] L. Wu, Y. Xin, S. Li, T. Wang, P. A. Heng, and D. Ni, "Cascaded Fully Convolutional Networks for automatic prenatal ultrasound image segmentation," *Proc. - Int. Symp. Biomed. Imaging*, vol. 0, no. April, pp. 663–666, 2017, doi: 10.1109/ISBI.2017.7950607.
- [16] T. L. A. van den Heuvel, D. de Bruijn, C. L. de Korte, and B. van Ginneken, "Automated measurement of fetal head circumference using 2D ultrasound images," *PLoS One*, vol. 4, pp. 1–20, 2018, doi: 10.5281/zenodo.1322001.

- [17] J.-Y. K. and J. K. S. J. Jang, Y. Park, B. Kim, S. M. Lee, “Automatic Estimation of Fetal Abdominal Circumference From Ultrasound Images,” *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 22, no. 5, pp. 1512–1520.
- [18] E. Skelton *et al.*, “Towards automated extraction of 2D standard fetal head planes from 3D ultrasound acquisitions: A clinical evaluation and quality assessment comparison,” *Radiography*, vol. 27, no. 2, pp. 519–526, 2021, doi: 10.1016/j.radi.2020.11.006.
- [19] R. Desdicioglu, A. Ipek, K. Desdicioglu, M. Gumus, and A. F. Yavuz, “Determination of Fetal Transcerebellar Diameter Nomogram in the Second Trimester,” *J. Fetal Med.*, vol. 6, no. 4, pp. 177–182, 2019, doi: 10.1007/s40556-019-00223-9.
- [20] D. Paladini, G. Malinger, A. Monteagudo, G. Pilu, I. Timor-Tritsch, and A. Toi, “Sonographic examination of the fetal central nervous system: Guidelines for performing the ‘basic examination’ and the ‘fetal neurosonogram,’” *Ultrasound Obstet. Gynecol.*, vol. 29, no. 1, pp. 109–116, 2007, doi: 10.1002/uog.3909.
- [21] R. Largo, “fetal-brain-ultrasound-clf,” *Kaggle*, 2016. <https://www.kaggle.com/code/rahimalargo/fetal-brain-ultrasound-clf>
- [22] V. Popat, M. Mahdinejad, O. S. Dalmau Cedeño, E. Naredo, and C. Ryan, “GA-based U-Net architecture optimization applied to retina blood vessel segmentation,” *IJCCI 2020 - Proc. 12th Int. Jt. Conf. Comput. Intell.*, no. Ijcci, pp. 192–199, 2020, doi: 10.5220/0010112201920199.
- [23] W. Weng and X. Zhu, “INet: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 16591–16603, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3053408.
- [24] Hasty, “LinkNet,” *Hasty.ai*, 2023. <https://hasty.ai/docs/mp-wiki/model-architectures/linknet> (accessed Jun. 24, 2023).
- [25] A. Sayyad, “MULTI-TASK CONVOLUTIONAL NEURAL,” vol. 2, no. 9,

pp. 80–84, 2018.

- [26] T. Liu and Z. Wang, “HiCNN: A very deep convolutional neural network to better enhance the resolution of Hi-C data,” *Bioinformatics*, vol. 35, no. 21, pp. 4222–4228, 2019, doi: 10.1093/bioinformatics/btz251.