

TUGAS AKHIR
EVALUASI PENURUNAN KEPALA JANIN DENGAN
MENGHITUNG ANGLE OF PROGRESSION DARI
CITRA ULTRASONOGRAFI TRANSPERINEAL
MENGGUNAKAN U-NET



Oleh:

Ade Firmansyah

NBI: 1462000245

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024

Halaman ini sengaja dikosongkan

TUGAS AKHIR

EVALUASI PENURUNAN KEPALA JANIN DENGAN
MENGHITUNG ANGLE OF PROGRESSION DARI CITRA
ULTRASONOGRAFI TRANSPERINEAL
MENGUNAKAN U-NET

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer di Program Studi Informatika



Oleh:

Ade Firmansyah

NBI: 1462000245

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024

Halaman ini sengaja dikosongkan

FINAL PROJECT

EVALUATION OF FETAL HEAD DESCENT BY
CALCULATING ANGLE OF PROGRESSION FROM
TRANSPERINEAL ULTRASONOGRAPHY IMAGE USING
U-NET

Prepared as partial fulfilment of the requirement for the degree of Sarjana
Komputer at Informatics Department



By:

Ade Firmansyah

NBI: 1462000245

INFORMATICS DEPARTMENT
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024

Halaman ini sengaja dikosongkan

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

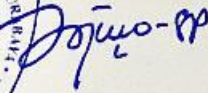
Nama : Ade Firmansyah
NBI : 1462000245
Prodi : S-1 Informatika
Fakultas : Teknik
Judul : EVALUASI PENURUNAN KEPALA JANIN DENGAN
MENGHITUNG ANGLE OF PROGRESSION DARI
CITRA ULTRASONOGRAFI TRANSPERINEAL
MENGUNAKAN U-NET

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing 1



Dr. Fajar Astuti Herhawati, S.Kom., M.Kom.
NPP. 20460.00.0512

Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya



Dr. Ir. Saiyo, M.Kes., IPU, ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi Informatika
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya



Aidil Primasetya Armin, S.ST., M.T.
NPP. 20460.16.0700

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ade Firmansyah
NBI : 1462000245
Fakultas/Program Studi : Teknik / Informatika
Judul Tugas Akhir : Evaluasi Penurunan Kepala Janin dengan
Menghitung Angle of Progression dari Citra
Ultrasonografi Transperineal Menggunakan
U-Net

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.
2. Tugas Akhir dengan judul di atas bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non – material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.
3. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan hak atas Tugas Akhir ini kepada Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya untuk menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis /pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
4. Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak maupun demi menegakan integritas akademik di institusi ini dan bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan.

Surabaya, 14 Juni 2024


Ade Firmansyah
1462000245

Halaman ini sengaja dikosongkan



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN

JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TLP. 031 593 1800 (EX 311)

EMAIL: PERPUS@UNTAG-SBY.AC.ID.

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ade Firmansyah
NIM : 1462000245
Fakultas : Teknik
Program Studi : Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

Evaluasi Penurunan Kepala Janin dengan Menghitung Angle of Progression dari Citra Ultrasonografi Transperineal Menggunakan U-Net

Dengan **Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal : 14 Juni 2024

Yang Menyatakan

Ade Firmansyah



Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa dan Yang Maha Kuasa yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang Berjudul “EVALUASI PENURUNAN KEPALA JANIN DENGAN MENGHITUNG ANGLE OF PROGRESSION DARI CITRA ULTRASONOGRAFI TRANSPERINEAL MENGGUNAKAN U-NET” sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dan mendapatkan gelar Sarjana Komputer. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan Allah. SWT. dan orang tua serta do’a dari berbagai pihak yang telah bersedia membantu dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah berharga bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir dengan baik.

Selain itu, penulis ini menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada pihak-pihak berikut:

1. Ibu Dr. Fajar Astuti Hermawati, S.Kom., M.Kom selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan ide tugas akhir, petunjuk, pengarahan, semangat, serta bimbingan dari awal dalam penelitian menghitung Angle of Progression.
2. Bapak Agyl Ardi Rahmadi, S. Kom., M.A. selaku dosen wali yang telah memberikan banyak motivasi dan arahan selama proses perkuliahan.
3. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Informatika yang telah berbagi ilmu, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir.
4. Bapak Lalu Ahmad Zaini beserta keluarga yang sudah mendukung dan memberikan banyak bantuan berupa materiil atau non-materiil selama proses perkuliahan sampai saat ini.
5. Alm ibu tercinta, Siti Ardiana yang memberikan banyak pembelajaran dalam proses berkehidupan.
6. Keluarga yang selalu mendoakan dan melengkapi keperluan penulis hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
7. Teman-teman satu angkatan dan satu perjuangan yang telah melewati proses tugas akhir bersama mulai dari briefing bersama, pusing dan sedih bersama, hingga senang bersama.
8. Sahabat dan teman-teman yang telah membantu penulis dalam melengkapi dan membantu penulis dalam mencari kebutuhan tugas akhir.

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama : Ade Firmansyah
Program Studi : Informatika
Judul : Evaluasi Penurunan Kepala Janin dengan Menghitung Angle of Progression dari Citra Ultrasonografi Transperineal Menggunakan U-Net

Angle of Progression (AoP) adalah sudut antara *pubic symphysis* dan *fetal head* dalam citra *ultrasound transperineal*, AoP digunakan untuk mengevaluasi kemajuan penurunan kepala janin selama persalinan. Penggunaan model U-Net untuk evaluasi penurunan kepala janin dengan menghitung *Angle of Progression (AoP)* dari citra ultrasonografi transperineal. Model U-Net digunakan untuk segmentasi area *pubic symphysis* dan *fetal head* pada citra *ultrasound*. Dengan menerapkan teknik *pre-processing sharpening filter*, model U-Net menunjukkan peningkatan akurasi dan presisi dalam segmentasi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model U-Net memiliki Mean Dice sebesar 84.66% untuk *pubic symphysis* dan 87.96% untuk *fetal head*, serta Mean IoU sebesar 73.57% dan 78.85%. Selain itu, model U-Net mencapai akurasi keseluruhan sebesar 97.9%, dengan sensitivitas untuk *pubic symphysis* sebesar 83.65% dan spesifisitas 98.04%, serta sensitivitas untuk fetal head sebesar 74.80% dan spesifisitas 99.12%. Hasil *Mean Absolute Error (MAE)* untuk pengukuran AoP adalah 10.847°.

Kata Kunci: *U-Net, Angle of Progression, ultrasonografi transperineal, fetal head, pubic symphysis.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Name : Ade Firmansyah
Department : Informatics
Title : Evaluation of Fetal Head Descent by Calculating Angle of Progression From Transperineal Ultrasonography Image Using U-Net

Angle of Progression (AoP) is the angle between pubic symphysis and fetal head in transperineal ultrasound image, AoP is used to evaluate the progress of fetal head descent during labor. The use of U-Net model for evaluation of fetal head descent by calculating Angle of Progression (AoP) from transperineal ultrasound image. U-Net model is used for segmentation of pubic symphysis and fetal head area in ultrasound image. By applying the sharpening filter pre-processing technique, the U-Net model showed improved accuracy and precision in segmentation. The evaluation results show that the U-Net model has Mean Dice of 84.66% for pubic symphysis and 87.96% for fetal head, as well as Mean IoU of 73.57% and 78.85%. In addition, the U-Net model achieved an overall accuracy of 97.9%, with a sensitivity for pubic symphysis of 83.65% and specificity of 98.04%, and a sensitivity for fetal head of 74.80% and specificity of 99.12%. The Mean Absolute Error (MAE) result for AoP measurement is 10.847°.

Keywords: *U-Net, Angle of Progression, ultrasonografi transperineal, fetal head, pubic symphysis.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR PERSAMAAN.....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 <i>Transperineal Ultrasound</i>	7
2.2.2 <i>Fetal head dan Pubic Symphysis</i>	8
2.2.3 <i>Angle of Progression (AoP)</i>	8
2.2.3.1 Fitting ellipse	10
2.2.3.2 Penentuan titik kunci	10

2.2.3.3 Perhitungan AoP	11
2.2.4 U-Net	12
2.2.5 <i>Morphological Operations</i>	14
2.2.5.1 <i>Dilation</i>	14
2.2.5.2 <i>Erosion</i>	14
2.2.6 <i>Connected Component Analysis (CCA)</i>	15
2.2.7 Metode Evaluasi	15
2.2.7.1 <i>Accuracy</i>	16
2.2.7.2 <i>Dice Similarity Coefficient (DSC)</i>	16
2.2.7.3 <i>Intersection over Union (IoU)</i>	17
2.2.7.4 <i>Mean Absolute Error (MAE)</i>	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Hipotesis	21
3.2 Bahan dan Perangkat Penelitian	21
3.3 Objek penelitian.....	21
3.4 Tahapan Penelitian.....	22
3.4.1 Tahap <i>Preprocessing</i>	24
3.4.2 Tahapan Segmentasi	27
3.4.3 Tahap <i>Postprocessing</i>	28
3.4.4 Tahap Proses Mengukur AoP.....	29
3.5 Skenario Pengujian.....	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Tahap Pengambilan <i>Dataset</i>	33
4.2 Tahap <i>Preprocessing</i> Citra.....	34
4.3 Proses Segmentasi	39
4.3.1 Proses Segmentasi Skenario 1	40

4.3.1.1 Training Skenario 1	40
4.3.1.2 Segmentasi dan <i>Postprocessing</i> Skenario 1.....	42
4.3.1.3 Evaluasi Segmentasi Skenario 1	47
4.3.2 Proses Segmentasi Skenario 2.....	50
4.3.2.1 Training Skenario 2	50
4.3.2.2 Segmentasi dan <i>Postprocessing</i> Skenario 2.....	51
4.3.2.3 Evaluasi Segmentasi Skenario 2	55
4.4 Proses Pengukuran AoP	59
4.4.1 Fitting ellipse.....	60
4.4.2 Penentuan titik singgung	63
4.4.3 Mengukur Nilai AoP	67
4.5 Evaluasi Nilai AoP	71
BAB 5 PENUTUP.....	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	77

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi pengukuran sudut AoP (Lu, Zhou, et al., 2022).....	9
Gambar 2.2 U-net arsitektur (Ronneberger et al., 2015).....	12
Gambar 3.1 Sampel <i>dataset</i> citra <i>ultrasound transperineal</i> (Jieyun & ZhanHong, 2024)	22
Gambar 3.2 Diagram proses sistem pengolahan citra	23
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> penelitian dalam mengukur AoP dari citra <i>ultrasound transperineal</i>	24
Gambar 3.4 Diagram proses <i>preprocessing</i>	25
Gambar 3.5 Alur <i>preprocessing</i> citra dengan filter <i>sharpening</i>	26
Gambar 3.6 Diagram proses segmentasi U-Net	27
Gambar 3.7 Diagram proses <i>postprocessing</i>	29
Gambar 3.8 Diagram proses perhitungan AoP	30
Gambar 4.1 Citra <i>ultrasound transperineal</i> (Jieyun & ZhanHong, 2024)	33
Gambar 4.2 Perbandingan hasil <i>preprocessing</i>	34
Gambar 4.3 Potongan kode program <i>preprocessing</i> citra	35
Gambar 4.4 Folder <i>image</i> dan label	40
Gambar 4.5 Potongan <i>source code</i> training <i>dataset</i>	41
Gambar 4.6 Grafik proses training tanpa <i>preprocessing</i>	42
Gambar 4.7 Potongan <i>source code</i> segmentasi tanpa <i>preprocessing</i>	43
Gambar 4.8 Potongan <i>source code</i> <i>postprocessing</i>	44
Gambar 4.9 Contoh hasil segmentasi citra tanpa <i>preprocessing</i>	45
Gambar 4.10 Potongan <i>Source code</i> evaluasi IoU	48
Gambar 4.11 Grafik proses training dengan <i>preprocessing</i>	51
Gambar 4.12 Potongan <i>source code</i> segmentasi dengan <i>preprocessing</i>	52
Gambar 4.13 Contoh hasil segmentasi citra dengan <i>preprocessing</i>	53
Gambar 4.14 Potongan <i>source code</i> evaluasi <i>mean</i> IoU	56
Gambar 4.15 <i>Confusion matrix</i> 1	58
Gambar 4.16 Potongan <i>source code</i> <i>fitting ellipse</i>	60
Gambar 4.17 Potongan <i>source code</i> <i>tangent point</i>	64
Gambar 4.18 Potongan <i>source code</i> perhitungan AoP	68
Gambar 4.19 Potongan <i>source code</i> MEA	72

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>State of the Art Segmentasi Pubic Symphysis-Fetal Head</i>	6
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Dataset Jieyun & ZhanHong, (2024)</i>	21
Tabel 4.1 Hasil <i>Preprocessing</i> dengan <i>Filter Sharpening</i>	36
Tabel 4.2 Sebagian Hasil Segmentasi tanpa <i>Preprocessing</i>	45
Tabel 4.3 Evaluasi Sebagian <i>Image (%)</i>	48
Tabel 4.4 Hasil Rata-Rata IoU Setiap <i>Class</i>	49
Tabel 4.5 Hasil Rata-Rata <i>Dice</i> Setiap <i>Class</i>	50
Tabel 4.6 Sebagian Hasil Segmentasi dengan <i>Preprocessing</i>	53
Tabel 4.7 Sebagian Evaluasi <i>Image Preprocessing (%)</i>	55
Tabel 4.8 Hasil Evaluasi Segmentasi (<i>Preprocessing</i>).....	57
Tabel 4.9 Hasil Evaluasi Accuracy (<i>Preprocessing</i>).....	57
Tabel 4.10 <i>Confusion Matrix 1</i>	58
Tabel 4.11 Sebagian Hasil <i>Fitting Ellipse</i>	61
Tabel 4.12 Sebagian Hasil <i>Tangent Point</i> (Hasil Segmentasi).....	65
Tabel 4.13 Sebagian Hasil Perhitungan AoP.....	69
Tabel 4. 14 Sebagian Hasil Selisih Absolut.....	71
Tabel 4.15 Rata-rata Selisih Absolut (MAE).....	73

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1) Umum <i>Ellips</i>	10
Persamaan (2.2) <i>Ellips Fetal Head</i>	10
Persamaan (2.3) Transformasi Koordinat Titik Akhir Kanan.....	10
Persamaan (2.4) Persamaan Garis <i>Tangent</i>	11
Persamaan (2.5) Pemilihan Titik <i>Tangent</i> Kanan.....	11
Persamaan (2.6) Mengukur Nilai AoP	11
Persamaan (2.7) Konvolusi U-Net	13
Persamaan (2.8) Aktivasi ReLU.....	13
Persamaan (2.9) Dilasi U-Net	14
Persamaan (2.10) Erosi	14
Persamaan (2.11) <i>Accuracy</i>	16
Persamaan (2.12) <i>Dice Similarity Coefficient</i> (DSC).....	17
Persamaan (2.13) <i>Intersection over Union</i> (IoU)	17
Persamaan (2.14) Selisih Absolut.....	18
Persamaan (2.15) Total Selisih Absolut.....	18
Persamaan (2.16) <i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	19