

Fully Convolutional Neural Network untuk Segmentasi Diagnosis Jantung pada Ekokardiografi Short Axis

Jauharil Feti Noor Rohmah¹, Riyanto Sigit²

fetynoor96@gmail.com¹, riyanto@pens.ac.id²

^{1,2} Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Informasi Artikel

Diterima : 11 Okt 2024

Direview : 20 Okt 2024

Disetujui : 30 Okt 2024

Kata Kunci

Segmentasi citra, ekokardiografi, FCN, diagnosis jantung, deep learning.

Abstrak

Penelitian ini membahas penerapan Fully Convolutional Neural Networks (FCNs) untuk segmentasi citra ekokardiografi sebagai alat bantu dalam diagnosis jantung. Segmentasi citra sangat penting dalam mengidentifikasi struktur jantung yang berfungsi untuk mendiagnosis kondisi jantung secara akurat dan tepat waktu. Dalam penelitian ini, arsitektur FCN-8 digunakan untuk melakukan segmentasi pada citra ekokardiografi dengan sudut pandang short axis. Hasil segmentasi dievaluasi menggunakan beberapa metrik evaluasi, termasuk Dice Coefficient, Intersection over Union (IoU), precision, dan recall. Berdasarkan hasil evaluasi, model ini menunjukkan kemampuan yang baik dalam membedakan struktur jantung dengan Dice Coefficient sebesar 0,85 dan IoU sebesar 0,79. Pendekatan ini berpotensi membantu dokter dalam membuat diagnosis yang lebih cepat dan tepat pada pasien dengan gangguan jantung. Penelitian ini menyimpulkan bahwa FCN-8 dapat menjadi alat yang efektif dalam mendukung proses diagnosis di bidang medis.

Keywords

Image segmentation, echocardiography, FCN, heart diagnosis, deep learning.

Abstract

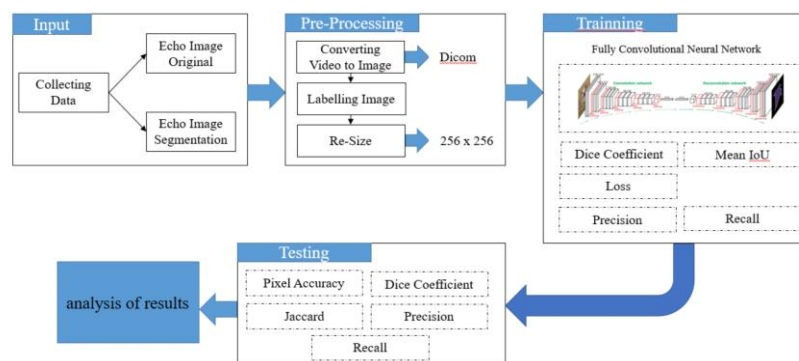
This research discusses the application of Fully Convolutional Neural Networks (FCNs) for echocardiographic image segmentation as a diagnostic aid for heart conditions. Image segmentation is crucial in identifying cardiac structures, enabling accurate and timely diagnosis. In this study, the FCN-8 architecture is employed to perform segmentation on echocardiographic images with a short-axis view. The segmentation results are evaluated using several metrics, including Dice Coefficient, Intersection over Union (IoU), precision, and recall. Based on the evaluation, the model demonstrated good performance in distinguishing cardiac structures, with a Dice Coefficient of 0.85 and IoU of 0.79. This approach shows potential in assisting physicians in making faster and more accurate diagnoses for patients with heart disorders. This study concludes that FCN-8 can be an effective tool in supporting the diagnostic process in the medical field.

A. Pendahuluan

Penyakit kardiovaskular merupakan salah satu penyebab utama kematian di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Menurut laporan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018, prevalensi penyakit jantung di Indonesia mencapai 1,5%. Teknologi pencitraan medis seperti ekokardiografi sangat penting untuk diagnosis kondisi jantung secara non-invasif. Pada dunia kesehatan atau medis, teknologi sangat diperlukan agar kondisi pasien dapat diketahui dengan pasti dan memperoleh pengobatan dengan tepat. Pada penelitian ini menggunakan citra ekokardiografi untuk mengukur fungsi jantung. Keuntungan menggunakan citra ekokardiografi karena harganya yang murah, pasien tidak terkena bahaya radiasi dan dapat digunakan pada pasien kritis dan langsung diperoleh hasilnya [4]. Namun, kualitas gambar yang rendah dan kesulitan dalam interpretasi manual oleh dokter sering kali menjadi kendala dalam diagnosis. Segmentasi otomatis menggunakan teknik deep learning, seperti Fully Convolutional Neural Networks (FCNs), dapat memberikan solusi untuk masalah ini. Penelitian ini berfokus pada pengembangan metode segmentasi otomatis untuk citra ekokardiografi guna membantu dokter dalam mendiagnosis kondisi jantung dengan lebih cepat dan akurat.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan dataset citra ekokardiografi dari pasien dengan sudut pandang short axis. Dataset ini terdiri dari video yang dikonversi menjadi gambar untuk selanjutnya dilakukan pelabelan manual. Setelah itu, gambar tersebut diproses menggunakan arsitektur Fully Convolutional Neural Networks (FCN-8). Tahapan penelitian mencakup pre-processing data, pelatihan model, dan evaluasi hasil segmentasi. Metrik yang digunakan untuk mengevaluasi hasil segmentasi adalah Dice Coefficient, Intersection over Union (IoU), precision, dan recall, yang digunakan untuk mengukur seberapa baik model dapat membedakan struktur jantung dalam citra ekokardiografi.



Gambar 1. Desain Sistem

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa dalam penelitian yang dilakukan terdapat empat tahapan utama, mulai dari input data, preprocessing, pelatihan, pengujian dan hasil analisis.

Tabel 1: Tahapan Penelitian

No.	Tahapan	Deskripsi
1	Pengumpulan Data	Data ekokardiografi diperoleh dari rumah sakit yang terdiri dari gambar dan video jantung pasien dengan sudut pandang <i>short axis</i> .
2	Pre-processing	Data video dikonversi menjadi gambar, lalu dilakukan proses labeling untuk menandai area jantung yang akan disegmentasi.
3	Pelatihan Model (Training)	Model FCN-8 dilatih menggunakan dataset yang telah dilabeli. Proses ini menggunakan <i>deep learning framework</i> dengan bahasa pemrograman Python.
4	Pengujian (Testing)	Model diuji dengan data yang berbeda dari data pelatihan untuk mengevaluasi performanya dalam segmentasi gambar jantung.
5	Evaluasi Hasil	Hasil segmentasi dievaluasi menggunakan metrik seperti <i>Dice Coefficient</i> , IoU, precision, dan recall untuk mengukur akurasi segmentasi.

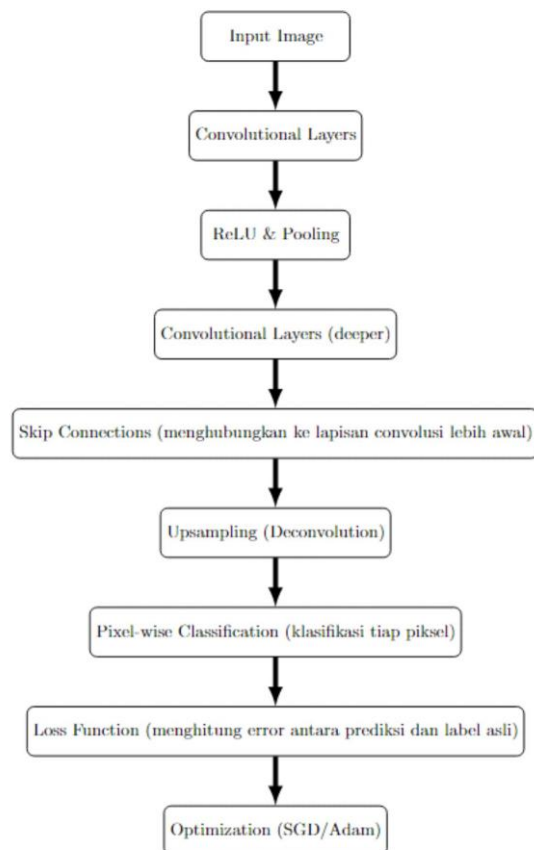
Tabel 2: Metrik Evaluasi Segmentasi

Metrik	Keterangan
Dice Coefficient	Mengukur kesamaan antara hasil segmentasi dengan citra referensi.
IoU	Mengukur tumpang tindih antara prediksi model dan kebenaran (ground truth).
Precision	Mengukur akurasi model dalam mengidentifikasi area jantung.
Recall	Mengukur kemampuan model untuk mendeteksi semua area jantung yang relevan.

Dalam penelitian ini, tiga arsitektur jaringan saraf digunakan untuk membandingkan performa dalam tugas segmentasi citra ekokardiografi, yaitu FCN-8, VGG-19, dan U-Net.

FCN-8 (Fully Convolutional Network) adalah arsitektur deep learning yang sering digunakan untuk segmentasi gambar, terutama dalam bidang visi komputer. FCN-8 menggunakan lapisan convolusi untuk memprediksi kelas tiap piksel dalam sebuah gambar.

Berikut adalah representasi flowchart dari kerangka pelatihan FCN-8 (Fully Convolutional Network):



Gambar 2. Flowchat Kerangka Pelatihan FCN-8

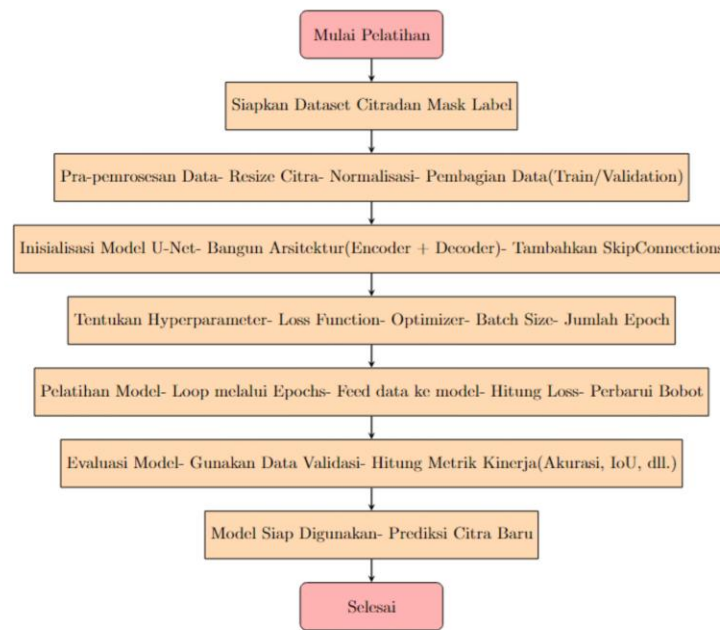
VGG19 adalah model arsitektur jaringan saraf konvolusi (CNN) yang dikembangkan oleh Visual Geometry Group (VGG) dari Universitas Oxford. Model ini sering digunakan untuk tugas pengenalan gambar dan fitur ekstraksi dalam bidang visi komputer.

Berikut adalah flowchart untuk proses pelatihan model VGG-19 yang berbasis kombinasi CNN dan FCN :



Gambar 3. Flowchat Kerangka VGG-19 berbasis CNN kombisani FCNs

U-Net adalah model jaringan saraf yang dirancang khusus untuk segmentasi gambar medis. Kerangka pelatihan U-Net terdiri dari beberapa komponen utama. Berikut adalah deskripsi flowchart untuk proses pelatihan model U-Net yang berbasis kombinasi CNN dan FCN:



Gambar 4. Flowchat Kerangka U-Net berbasis CNN kombisani FCNs

C. Hasil dan Pembahasan

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa FCN-8 memberikan akurasi yang cukup baik namun kurang optimal dibandingkan dengan VGG-19 dan U-Net yang dikombinasikan dengan FCN.

Tabel 3. Hasil perbandingan performa tiga model

Arsitektur	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score	IoU
FCN-8	0.855	0.823	0.831	0.827	0.752
VGG-19 + FCN	0.887	0.864	0.871	0.867	0.805
U-Net + FCN	0.902	0.885	0.890	0.887	0.824

Model FCN-8 menunjukkan performa yang baik dalam segmentasi citra ekokardiografi, dengan nilai Dice Coefficient sebesar 0,85 dan IoU sebesar 0,75. Hal ini menunjukkan bahwa model mampu membedakan struktur jantung secara akurat. Dalam percobaan ini, FCN-8 berhasil mengatasi tantangan yang muncul pada citra ekokardiografi, seperti noise dan kualitas gambar yang rendah. Perbandingan dengan metode segmentasi tradisional menunjukkan bahwa FCN-8 menghasilkan segmentasi yang lebih presisi dan lebih sedikit kesalahan dalam mendeteksi area rongga jantung short axis view.

D. Simpulan

Penerapan Fully Convolutional Neural Network (FCN) untuk segmentasi citra ekokardiografi menunjukkan hasil yang sangat menjanjikan dalam membantu proses diagnosis jantung. FCN-8 mampu melakukan segmentasi dengan akurasi yang tinggi dan menunjukkan potensi besar untuk digunakan dalam aplikasi klinis. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan alat

bantu diagnosis yang lebih efisien dan dapat diimplementasikan dalam lingkungan medis. Penelitian lanjutan dapat dilakukan untuk mengoptimalkan model ini serta memperluas penggunaannya pada berbagai sudut pandang ekokardiografi dan dataset yang lebih besar.

E. Ucapan Terima Kasih

Selama pengerjaan penelitian ini sampai tahap selesai, penulis menerima banyak bantuan, bimbingan, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Suami dan kedua anak saya tercinta, bapak dan almh ibu, mertua, saudara, yang selalu memberi dukungan baik materi, moril, dan doa selama ini kepada penulis.
2. Bapak Dr. Bima Sena Bayu Dewantara, S.ST., MT., selaku Kepala Program Pascasarjana PENS, atas dukungan dan arahannya selama penulis menempuh pendidikan pascasarjana.
3. Bapak Dr. Eng. Agus Indra Gunawan, S.T., M.Sc., selaku Koordinator Program Studi Pascasarjana Teknik Elektro PENS, atas bimbingannya yang berharga dan kontribusinya dalam pengembangan program studi ini.
4. Bapak Riyanto Sigit, S.T., M.Kom., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dan dukungan yang sangat berarti kepada penulis selama pengerjaan artikel ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun terhadap artikel penulis.
6. Bapak dan Ibu dosen program Pascasarjana PENS yang telah memberi ilmu yang bermanfaat.
7. Dicky Rivaldo Ramdani selaku sahabat bertukar pikiran, yang memberikan wawasan dan rekan sharing berbagai macam hal positif.
8. Mbak Ersya, Mbak Wifda, Muhdalifah, Fithrotul, Lintang, Ara, Muntia, Pak Ari Setiawan dan rekan-rekan lainnya yang banyak membantu dalam berbagai hal dan melepas penat mengerjakan penelitian ini.
9. Rekan-rekan mahasiswa Pascasarjana PENS, selaku rekan seperjuangan dalam hal menuntut ilmu.
10. Pak Ilham, Bu Puspa dan pihak-pihak lain yang telah mendukung dan membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian.

F. Referensi

- [1] M. Catherine M. Otto, "Textbook Of Clinical Echocardiography," Seattle, Washington, 2018.
- [2] Ahmad. Zainudin and A. Ampuh. Yunant, *Proceedings, IES 2019: IES, International Electronics Symposium: Surabaya, Indonesia, September 27-28, 2019: the Role of Techno-intelligence in Creating an Open Energy System Towards Energy Democracy*. IEEE, 2019.
- [3] "Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Laporan Nasional Riskesdas 2018. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2019."
- [4] R. Sigit, "SEGMENTASI IMEJ UNTUK VIDEO EKOKARDIOGRAFI MENGGUNAKAN PERSAMAAN SEGITIGA," 2014.

- [5] I. M. G. Sunarya *et al.*, "Deteksi Arteri Karotis pada Citra Ultrasound B-Mode Berbasis Convolution Neural Network Single Shot Multibox Detector," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 56–63, Apr. 2019, doi: 10.14710/jtsiskom.7.2.2019.56-63.
- [6] A. Maharani, Sujarwoto, D. Praveen, D. Oceandy, G. Tampubolon, and A. Patel, "Cardiovascular disease risk factor prevalence and estimated 10-year cardiovascular risk scores in Indonesia: The SMARThealth Extend study," *PLoS One*, vol. 14, no. 4, Apr. 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0215219.
- [7] N. Ishigami and K. Shimouchi, "Intratubular Spermatocytic Seminomas in 2 Sprague-Dawley Rats," *J Toxicol Pathol*, vol. 27, pp. 217–222, 2014, doi: 10.1293/tox.2014.
- [8] "Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology." [Online]. Available: <http://avaxho.me/blogs/ChrisRedfield>
- [9] M. Kemal Balamba, A. S. M. Lumenta, and B. A. Sugiarto, "Animasi 3 Dimensi Penyakit Jantung Koroner Pada Manusia," 2017.
- [10] "anatomi-dan-fisiologi-jantung-dan-pembuluh-darah_compress".
- [11] "ANATOMY AND PHYSIOLOGY (BOUNDLESS)." [Online]. Available: <https://LibreTexts.org>
- [12] A. Rajkumar and Gs. Reena, "Diagnosis Of Heart Disease Using Datamining Algorithm," 2010.
- [13] A. S. Akinosun, S. Kanya, J. Watt, W. Johnston, S. J. Leslie, and M. Grindle, "Cardiovascular disease behavioural risk factors in rural interventions: cross-sectional study," *Sci Rep*, vol. 13, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1038/s41598-023-39451-5.
- [14] T. Opthof, "Update review q The normal range and determinants of the intrinsic heart rate in man," 2000. [Online]. Available: www.elsevier.com/locate/cardiores
- [15] "Vania_22010111120050_LapKTI_BAB2".
- [16] M. Gavaghan, "Cardiac Anatomy and Physiology: A Review. AORN Journal," 1998.
- [17] L. Penelitian and F.-F. Tjokroprawiro, "Faktor - Faktor Penentu Penyakit Kardiovaaskuler (Peran Paf, Oaat, Dan Fibrinogen)."
- [18] H. H. Satoto*, "TINJAUAN PUSTAKA Patofisiologi Penyakit Jantung Koroner Coronary Heart Disease Pathophysiology," 2014.
- [19] C. W. Tsao *et al.*, "Heart Disease and Stroke Statistics-2022 Update: A Report from the American Heart Association," Feb. 22, 2022, *Lippincott Williams and Wilkins*. doi: 10.1161/CIR.0000000000001052.
- [20] "Cardiac index CI versus cardio ankle vascular index CAVI at different degrees of head-up tilt HUT in healthy subjects DOI".
- [21] "Otto, 1995. Textbook Of Clinical Echocardiography, 5 Ed."
- [22] C. Mitchell *et al.*, "Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography," *Journal of the American Society of Echocardiography*, vol. 32, no. 1, pp. 1–64, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.echo.2018.06.004.
- [23] "Sinagra, G., Pinamonti, B., De Luca, A., Korcova, R., & Abate, E. (2019). Role of cardiac imaging: Echocardiography. In G. Sinagra, et al. (Eds.), *Dilated*

- Cardiomyopathy* (pp. 83–104). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13864-6_7”.
- [24] World Health Organization. (2002). *Prevention and control of schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis: Report of a WHO expert committee*. World Health Organization. ISBN: 92-4-120912-7.”.
 - [25] Wright, J., Jarman, R., Connolly, J., & Dissmann, P. (2009). Echocardiography in the emergency department. *Emergency Medicine Journal*, 26(2), 82-86. <https://doi.org/10.1136/emj.2008.058560>”.
 - [26] A. Sarti and F. L. Lorini, *Textbook of echocardiography for intensivists and emergency physicians*. Springer International Publishing, 2019. doi: 10.1007/978-3-319-99891-6.
 - [27] “Basic echocardiography 2.”
 - [28] O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, “U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation,” May 2015, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1505.04597>
 - [29] J. Long, E. Shelhamer, and T. Darrell, “Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation.”
 - [30] C. Chen *et al.*, “Deep learning for cardiac image segmentation: A review Automatic assessment of cardiac analysis from CMR View project Optical coherence tomography segmentation View project Deep learning for cardiac image segmentation: A review ARTICLE TYPES.” [Online]. Available: <https://www.who.int/cardiovascular diseases/>
 - [31] Y. Li, Y. Chen, G. Liu, and L. Jiao, “A novel deep fully convolutional network for PolSAR image classification,” *Remote Sens (Basel)*, vol. 10, no. 12, Dec. 2018, doi: 10.3390/rs10121984.
 - [32] S. Qamrun Nisa and A. Ritahani Ismail, “Dual U-Net with Resnet Encoder for Segmentation of Medical Images.” [Online]. Available: www.ijacsa.thesai.org
 - [33] T. H. Nguyen, T. N. Nguyen, and B. V. Ngo, “A VGG-19 Model with Transfer Learning and Image Segmentation for Classification of Tomato Leaf Disease,” *AgriEngineering*, vol. 4, no. 4, pp. 871–887, Dec. 2022, doi: 10.3390/agriengineering4040056.