



# Implementasi Deteksi Luka Kaki Pada Penderita Diabetes Berbasis Teknik Segmentasi Dan Ekstraksi Fitur Untuk Meningkatkan Kesembuhan Penderita Diabetes

Ilhaam Syafruddin Akbar<sup>1</sup>, Tining Haryanti, <sup>2</sup>, Muhammad.Amirul Haq <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya

<sup>1,2,3</sup>Jl. Raya Sutorejo No.59, Dukuh Sutorejo, Kec. Mulyorejo, Kota SBY, Jawa Timur 60113

e-mail: <sup>1</sup>ilhaam.syafruddin.akbar-2020@ft.um-surabaya.ac.id , <sup>2</sup>ting.haryanti@ft.um-surabaya.ac.id, <sup>3</sup>amirulhaq@ft-umsurabaya.ac.id

## Abstrak

Ulcus Kaki Diabetik ( DFU) dianggap sebagai salah satu komplikasi fading umum dari diabetes. Ini dapat dijelaskan sebagai kulit yang terkelupas disertai dengan hilangnya kulit kaki secara menyeluruh, seringkali disebabkan oleh komplikasi neuropatik atau/ atau masalah vaskular pada pasien dengan diabetes tipe 1 atau 2 Deteksi luka kaki secara dini memainkan peran penting dalam mencegah konsekuensi yang serius. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem deteksi kaki pada penderita diabetes berbasis image processing dengan menggunakan teknik segmentasi dan ekstraksi fitur.Sistem yang diusulkan menggunakan teknik image processing untuk menganalisis citra kaki dan mengidentifikasi bagian-bagian kaki yang berkaitan dengan luka. Langkah pertama adalah melakukan segmentasi citra untuk memisahkan area kaki dari latar belakang dan area non-kaki lainnya. Model klasifikasi dilatih menggunakan dataset berlabel yang terdiri dari citra kaki dengan status luka yang diketahui.Performa sistem yang diimplementasikan dievaluasi menggunakan metrik standar seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Implementasi deteksi kaki pada penderita diabetes berbasis image processing dengan menggunakan teknik segmentasi dan ekstraksi fitur ini menawarkan pendekatan non-invasif dan efisien untuk mendeteksi luka kaki secara dini. Hasil ini berpotensi membantu tenaga medis dalam intervensi dan langkah pencegahan yang tepat, sehingga dapat mengurangi risiko komplikasi yang serius bagi penderita diabetes.

**Kata Kunci:** diabetes, luka kaki, image processing, segmentasi, ekstraksi fitur, deteksi, klasifikasi.

## Abstract

Diabetic Foot Ulcer (DFU) is considered one of the most common complications of diabetes. It can be described as skin slough accompanied by the complete loss of foot skin, often resulting from neuropathic and/or vascular complications in patients with type 1 or type 2 diabetes. Early detection of foot ulcers plays a crucial role in preventing serious consequences. This study aims to implement a foot ulcer detection system for diabetes patients based on image processing using segmentation and feature extraction techniques.The proposed system utilizes image processing techniques to analyze foot images and identify regions related to ulcers. The first step is to perform image segmentation to separate the foot area from the background and other non-foot areas. A classification model is trained using labeled datasets consisting of foot images with known ulcer status.The performance of the implemented system is evaluated using standard metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score. Implementing foot ulcer detection for diabetes patients based on image processing with segmentation and feature extraction offers a non-invasive and efficient approach to early ulcer detection. These results have the potential to assist medical professionals in appropriate interventions and preventive measures, thereby reducing the risk of serious complications for diabetes patients..

**Keywords:**Diabetic, FootUlcers, ImageProcessing, Segmentation, Feature, Extraction, Detection, Classification





## 2.2 Pengumpulan Data

Untuk pengumpulan data, Data untuk luka kaki diabetes didapat dari:

1. Observasi : pengumpulan data dengan cara mengamati langsung objek yang dilakukan di rumah sakit, data yang didapat sudah menerima persetujuan dari pihak yang mau diamati yaitu rumah sakit mitra keluarga melalui surat pengantar dari pihak kampus.
2. Dataset : Pengumpulan data dengan cara mengambil sample data yang diberikan di Kaggle.com dan juga data dari jurnal terdahulu

## 2.3 Model/Metode yang diusulkan

1. K-Means Clustering: Metode ini dapat digunakan untuk segmentasi berbasis warna. Dalam hal ini, piksel pada gambar kaki dapat dikelompokkan menjadi beberapa cluster berdasarkan perbedaan warna. Kemudian, area luka dapat diidentifikasi berdasarkan cluster yang mewakili warna luka [2].
2. Thresholding : Metode ini digunakan untuk segmentasi berbasis warna atau intensitas. Dengan menggunakan teknik thresholding, batas yang jelas antara luka dan kulit normal dapat ditentukan berdasarkan perbedaan warna atau intensitas piksel. Ini memungkinkan pemisahan area luka dengan mudah. [7]
3. Ekstraksi Fitur GLCM : Metode ini dapat digunakan untuk ekstraksi fitur tekstur luka. Dengan menggunakan GLCM, statistik tekstur seperti kontras, korelasi, energi, dan homogenitas dapat diekstraksi dari area luka. Fitur-fitur ini dapat digunakan untuk membedakan luka dari kulit normal. [5]
4. Metode Ekstraksi Fitur Deskriptor Kontur: Metode ini digunakan untuk ekstraksi fitur bentuk luka. Dengan menggunakan deskriptor kontur seperti jumlah titik, panjang kontur, atau circularity, informasi bentuk luka dapat diambil. Fitur-fitur ini dapat membantu dalam membedakan luka dari bagian kulit normal. [8]
5. Metode Klasifikasi menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Network): Setelah fitur-fitur diekstraksi, metode ini dapat digunakan untuk klasifikasi luka. Jaringan saraf tiruan dapat dilatih menggunakan fitur-fitur tersebut sebagai input dan label luka/tidak luka sebagai output. Ini memungkinkan pengambilan keputusan yang akurat tentang apakah suatu area adalah luka atau tidak. [9]

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk melatih pengklasifikasi, 80% data digunakan untuk pelatihan, sementara 20% sisanya digunakan untuk tujuan pengujian. Dalam mengevaluasi kinerja, berbagai ukuran klasifikasi seperti sensitivitas, spesifisitas, presisi, akurasi, dan nilai F1 dipertimbangkan. Ekspresi matematis dari ukuran-ukuran tersebut adalah sebagai berikut:

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{(TP + FN)} \quad (1)$$

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{(TN + FP)} \quad (2)$$

$$\text{Accuracy} = \frac{(TP + TN)}{(TP + TN + FP + FN)} \quad (3)$$

$$\text{F1 Score} = \frac{2TP}{(2TP + FP + FN)} \quad (4)$$

di mana:

TP: true positive (benar positif)

TN: true negative (benar negatif)

FP: false positive (salah positif)

FN: false negative (salah negatif).

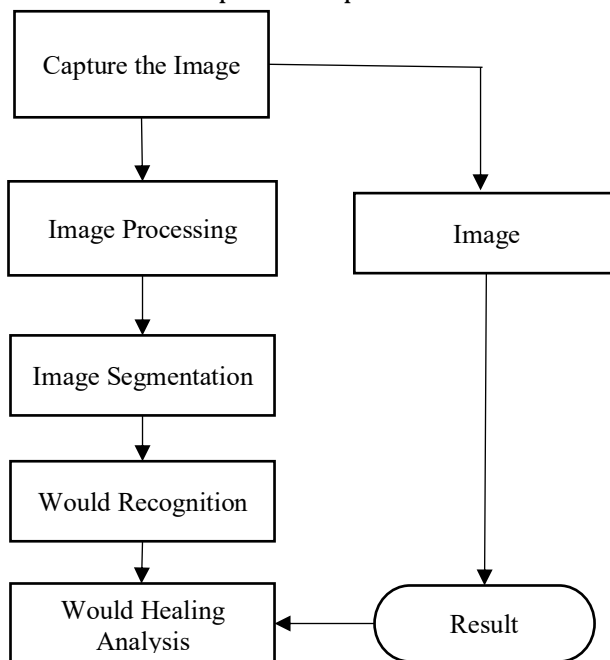
---

4 ■ Ilhaam Syafruddin Akbar, Implementasi Deteksi Luka Kaki Pada Penderita Diabetes Berbasis Teknik Segmentasi Dan Ekstraksi Fitur Untuk Meningkatkan Kesembuhan Penderita

---

Penulis telah menggunakan MATLAB untuk mengembangkan pengklasifikasi analisis gambar luka. Dengan menggunakan pengklasifikasi ini, kami dapat mengidentifikasi luka dengan mempertimbangkan status penyembuhannya, serta menganalisis berbagai warna untuk mengenali pembentukan luka dan tahap-tahap berbagai tahapan penyembuhan yang terjadi. Kami mengumpulkan lebih dari 500 gambar dengan beragam ukuran dan warna untuk digunakan dalam MATLAB.[10] Gambar-gambar ini memiliki variasi ukuran dan warna yang berbeda agar kami dapat mengidentifikasi proses penyembuhan luka. Hasil dari gambar-gambar yang telah diproses disimpan dalam database. Selanjutnya, kami menganalisis kedalaman luka pada kaki dan mendapatkan hasil proses penyembuhan luka secara bertahap.

Di seluruh dunia, jutaan insinyur dan ilmuwan menggunakan MATLAB untuk menganalisis dan merancang sistem serta produk yang mengubah dunia kita. Bahasa MATLAB merupakan cara yang paling alami di dunia untuk menyatakan matematika komputasional. MATLAB membantu kita mengambil gagasan-gagasan kita lebih jauh dari komputer meja kerja kita. Kita dapat menjalankan analisis pada kumpulan data yang lebih besar dan meningkatkan skala hingga ke cluster dan cloud[11]. Bahasa MATLAB yang berbasis matriks adalah cara yang paling alami di dunia untuk mengungkapkan matematika komputasional. Kode MATLAB dapat diintegrasikan dengan bahasa lain, sehingga kita dapat menerapkan algoritma dan aplikasi dalam sistem web, perusahaan, dan produksi[8]. Meskipun MATLAB awalnya didesain untuk komputasi numerik, terdapat toolbox opsional yang memanfaatkan kemampuan komputasi simbolik.



**Gambar 3.** Flow Chart alur Segmentasi

Berdasarkan evaluasi model, kita dapat menyimpulkan sejauh mana model dapat mendeteksi luka kaki diabetes dengan benar. Gambaran singkat tentang seberapa baik teknik segmentasi berfungsi dalam mengisolasi luka kaki. Analisis fitur yang paling penting yang diekstrak dari gambar luka untuk membantu dalam deteksi. Jika model mencapai akurasi yang baik dan sensitivitas yang tinggi, ini bisa dianggap sebagai hasil yang positif, karena model mampu mendeteksi luka kaki diabetes secara efektif. Jika model mengalami kesulitan dalam membedakan luka kaki diabetes, perlu mempertimbangkan perbaikan dalam teknik segmentasi, ekstraksi fitur, atau mungkin penambahan data latihan yang lebih bervariasi.

---

#### 4. KESIMPULAN

Kami telah mengimplementasikan sistem penilaian luka yang baru untuk pasien. Kami mengikuti serangkaian langkah dalam proses deteksi ulser kaki, mulai dari tahap pra-pemrosesan, penyaringan, hingga konversi warna, yang kemudian diikuti dengan segmentasi gambar menggunakan algoritma segmentasi persamaan diferensial parsial. Fitur dari gambar diekstraksi menggunakan algoritma GLCM, dan gambar tersebut diteruskan untuk diklasifikasikan menggunakan Jaringan Saraf Rekuren. Selain itu, hasil dari sistem deteksi ulser kaki ini diperoleh dengan menggunakan lebih banyak gambar luka ulser kaki, serta menjelajahi kinerja berbagai algoritma segmentasi dan klasifikasi yang berdasarkan pada fitur-fitur warna, tekstur, dan statistik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. K. Dhar, T. Zhang, Y. Patel, and Z. Yu, "FUsegNet: A Deep Convolutional Neural Network for Foot Ulcer Segmentation," 2023.
- [2] B. Cassidy *et al.*, "Diabetes Research and Clinical Practice Artificial intelligence for automated detection of diabetic foot ulcers : A real-world proof-of-concept clinical evaluation," *Diabetes Res. Clin. Pract.*, vol. 205, no. October, p. 110951, 2023, doi: 10.1016/j.diabres.2023.110951.
- [3] M. Harahap, S. K. Anjelli, W. A. M. Sinaga, R. Alward, J. F. W. Manawan, and A. M. Husein, "Classification of diabetic foot ulcer using convolutional neural network (CNN) in diabetic patients," *J. Infotel*, vol. 14, no. 3, pp. 196–202, 2022, doi: 10.20895/infotel.v14i3.796.
- [4] S. Madhava Prabhu and S. Verma, "Automated classification of the diabetic foot using comprehensive encoding and feature transform techniques," *Int. J. Comput. Digit. Syst.*, vol. 9, no. 4, pp. 747–753, 2020, doi: 10.12785/IJCDS/090421.
- [5] W. F. Roshandri, E. Utami, and A. B. Prasetyo, "Diabetic Wound Segmentation Using Masking Contour Image Processing," *Sisfotenika*, vol. 11, no. 2, p. 111, 2021, doi: 10.30700/jst.v11i2.1114.
- [6] V. Mayya *et al.*, "Applications of Machine Learning in Diabetic Foot Ulcer Diagnosis using Multimodal Images: A Review," *IAENG Int. J. Appl. Math.*, vol. 53, no. 3, 2023.
- [7] N. Rania, H. Douzi, L. Yves, and T. Sylvie, *Semantic segmentation of diabetic foot ulcer images: Dealing with small dataset in dl approaches*, vol. 12119 LNCS, no. September. Springer International Publishing, 2020. doi: 10.1007/978-3-030-51935-3\_17.
- [8] I. Khosa, A. Raza, M. Anjum, W. Ahmad, and S. Shahab, "Automatic Diabetic Foot Ulcer Recognition Using Multi-Level Thermographic Image Data," *Diagnostics*, vol. 13, no. 16, 2023, doi: 10.3390/diagnostics13162637.
- [9] P. Protik, G. M. Atiqur Rahaman, and S. Saha, "Automated Detection of Diabetic Foot Ulcer Using Convolutional Neural Network," *Lect. Notes Electr. Eng.*, vol. 980 LNEE, pp. 565–576, 2023, doi: 10.1007/978-981-19-8032-9\_40.
- [10] D. Sudarvizhi, M. A. M. J. V. S, and M. Pooja, "Foot-ulcer Wound Analysis Using Image Segmentation and Morphological Operations Image Segmentation Techniques :," vol. 25, no. 2, pp. 3552–3558, 2021.
- [11] B. Cassidy *et al.*, "The DFUC 2020 dataset: Analysis towards diabetic foot ulcer detection," *Eur. Endocrinol.*, vol. 1, no. 1, pp. 5–11, 2021, doi: 10.17925/EE.2021.1.1.5.

