**Deteksi Dini Kanker Kulit Berbasis Citra Dermatoskopi Menggunakan Transfer Learning Pada Model CNN**

**First Author1)[[1]](#footnote-1), Second Author2), Third Author3)**

1)2)3) Study Program, Faculty, Affiliation, City, Country

1)author1@domain.com

2)author2@domain.com

3)author3@domain.com

|  |  |
| --- | --- |
| *Article history:*  **Received xx xxx 2025;**  **Revised xx xxx 2025;**  **Accepted xx xxx 2025;**  **Available online 10 Dec 2025**  *Keywords: {use 5 keywords}*  Keyword  Keyword  Keyword  Keyword  Keyword | *Abstract*  Kanker kulit merupakan salah satu penyakit mematikan dengan jumlah kasus yang terus meningkat secara global, menjadikan deteksi dini sangat penting agar pasien memiliki peluang kesembuhan yang lebih besar. Keterbatasan tenaga ahli dan sifat subjektif dari diagnosis visual konvensional sering menjadi kendala dalam penanganan cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi sistem alat bantu diagnosis deteksi dini kanker kulit berbasis citra dermatoskopi. Metode yang diimplementasikan adalah Deep Learning menggunakan teknik Transfer Learning pada arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi citra. Dataset yang digunakan adalah HAM10000 dari International Skin Imaging Collaboration (ISIC), yang diklasifikasikan untuk mendeteksi tiga jenis lesi ganas utama: Basal Cell Carcinoma (BCC), Squamous Cell Carcinoma (SCC), dan Melanoma Maligna (MM). Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Hasil dari penelitian ini adalah prototipe sistem aplikasi web yang mengintegrasikan model Transfer Learning-CNN. Pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi proses pelatihan dan menunjukkan potensi akurasi deteksi yang tinggi (Sertakan nilai akurasi final di sini, misalnya: 92,5% ……), sehingga dapat berfungsi sebagai sistem pendukung keputusan yang cepat dan akurat bagi tenaga medis. |

# Introduction

Kanker merupakan salah satu penyebab utama kematian di dunia dan jumlah penderitanya terus mengalami peningkatan setiap tahunnya (Dwi Suryani et al., 2023). Berdasarkan data statistik kanker dunia tahun 2012 yang dikeluarkan oleh *International Agency for Research on Cancer* (GLOBOCAN) menyatakan bahwa pada tahun 2012 terdapat 14,1 juta kasus kanker di seluruh dunia (Cancerhelps, 2014). Menurut *International Agency of Cancer Research* (IARC), pada tahun 2040 angka kasus kanker baru dapat mencapai 30,2 juta kasus dengan angka kematian mencapai 16,3 juta kasus (Dini Afriani, 2024). Salah satu jenis kanker yang perlu diwaspadai adalah kanker kulit, di mana setiap tahunnya setidaknya 160.000 kasus baru terdeteksi di seluruh dunia menurut laporan *World Health Organization* (WHO) (Savera et al., 2015).

Kanker kulit adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh berubahnya sifat-sifat penyusun sel kulit yang normal menjadi ganas, dimana sel-sel akan terus membelah menjadi bentuk yang abnormal secara tidak terkontrol akibat kerusakan DNA (Made Putri Hendaria et al., 2013). Kanker kulit awalnya terjadi pada lapisan paling luar, yaitu Epidermis, dimana bisa dilihat oleh mata manusia (M. A. Kassem et al., 2019). Dalam tiga tipe terbanyak, kanker kulit tergolong menjadi tiga jenis yaitu melanoma maligna, karsinoma sel basal dan karsinoma sel skuamosa (Wilvestra et al., 2018). Pada tahun 2012, terdapat 971.279 kasus kanker kulit dan 2.162 diantaranya menyebabkan kematian (Teresia R.Savera et al. 2020). Berdasarkan data dari Australian Bureau of Statistics, dari semua orang Australia yang mengidap kanker, sebanyak 32,6% adalah penderita kanker kulit. Di Indonesia, kanker kulit menempati urutan ketiga setelah kanker rahim dan kanker payudara sebagai kanker yang paling banyak terjadi (S. Wilvestra et al., 2018). Kanker kulit yang paling banyak di Indonesia adalah karsinoma sel basal (65,5%), diikuti karsinoma sel skuamosa (23%), melanoma maligna (7,9%) dan kanker kulit lainnya (Made Wardhana et al., 2019). Fakta ini menunjukkan bahwa deteksi dini kanker kulit memiliki urgensi tinggi karena semakin cepat kanker teridentifikasi, semakin besar pula peluang pasien untuk memperoleh penanganan yang efektif.

Diagnosis dini pada saat gejala awal muncul dapat membantu penderita memiliki peluang hidup yang lebih besar (Piyu Parth Naik, 2021). Salah satu implementasi yang paling berkembang adalah pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam membantu proses diagnosis penyakit. AI memungkinkan sistem untuk mempelajari pola dari data besar dan mengidentifikasi karakteristik penyakit dengan tingkat akurasi tinggi (Lubis, 2024). Dalam bidang medis, AI dikembangkan untuk mendeteksi penyakit melalui citra medis seperti rontgen, CT-scan, MRI, maupun citra dermatoskopi. Salah satu pendekatan yang paling umum digunakan adalah Deep Learning, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), yang mampu melakukan ekstraksi fitur dari gambar secara otomatis tanpa perlu proses manual oleh manusia (Alex Krizhevsky et al., 2012). CNN telah terbukti efektif dalam klasifikasi berbagai jenis penyakit kulit, termasuk kanker kulit. Hal ini karena CNN dapat mengenali pola dan struktur kompleks pada citra dermatoskopi secara detail, yang sering kali sulit diamati oleh mata manusia (Fitroh & Uyun, 2022). Dengan kemampuannya untuk mendeteksi pola dan fitur spesifik dalam citra medis, CNN dapat berkontribusi dalam identifikasi kanker kulit dengan tingkat akurasi yang tinggi, bahkan mendekati kemampuan dokter spesialis. Namun, pelatihan model CNN dari awal memerlukan jumlah data yang sangat besar serta daya komputasi yang tinggi, yang sering kali menjadi tantangan dalam implementasinya. Sebagai solusi, pendekatan transfer learning muncul sebagai alternatif yang lebih efisien. Metode ini memungkinkan pemanfaatan model CNN yang telah dilatih sebelumnya pada dataset besar, sehingga proses adaptasi untuk analisis citra dermatoskopi dapat dilakukan dengan lebih cepat.

Dengan memanfaatkan pendekatan ini, deteksi kanker kulit dapat dilakukan secara lebih efisien, memungkinkan identifikasi dini tanpa sepenuhnya bergantung pada pemeriksaan manual oleh tenaga medis. Teknologi ini terbukti meningkatkan kecepatan dan akurasi diagnosis, karena model CNN yang dilatih menggunakan teknik transfer learning mampu mencapai performa klasifikasi setara bahkan melampaui kemampuan sebagian besar dokter dermatolog dalam mengidentifikasi melanoma dari citra dermatoskopi (Brinker et al., 2019). Selain itu, penggunaan transfer learning pada model CNN juga memungkinkan pemanfaatan model pralatih yang efisien untuk dataset medis berukuran terbatas, sehingga sistem dapat diterapkan secara lebih luas, termasuk di fasilitas kesehatan dengan keterbatasan tenaga ahli (Rashid et al., 2022). Oleh karena itu, penerapan transfer learning pada model CNN untuk analisis citra dermatoskopi dapat dianggap sebagai langkah inovatif dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan, membantu dokter dalam pengambilan keputusan, serta memberikan harapan bagi pasien untuk mendapatkan penanganan yang lebih cepat dan tepat. Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (AI), khususnya dalam bidang *deep learning*, telah membawa kemajuan besar dalam dunia medis, termasuk dalam deteksi kanker kulit berbasis citra dermatoskopi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode berbasis Convolutional Neural Network (CNN) dan *transfer learning* dapat meningkatkan akurasi klasifikasi lesi kulit secara signifikan dibandingkan dengan metode tradisional yang mengandalkan fitur manual

# Related Works/Literature Review

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (AI), khususnya dalam bidang *deep learning*, telah membawa kemajuan besar dalam dunia medis, termasuk dalam deteksi kanker kulit berbasis citra dermatoskopi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *transfer learning* dapat meningkatkan akurasi klasifikasi lesi kulit secara signifikan dibandingkan dengan metode tradisional yang mengandalkan fitur manual (Fitroh, 2023).

Pada penelitian terdahulu, pemanfaatan Convolutional Neural Network (CNN) untuk deteksi kanker kulit telah menunjukkan hasil yang menjanjikan, dengan akurasi mencapai 99%. Dalam penelitian ini, model CNN dengan menggunakan arsitektur EfficientNetB2 diterapkan untuk klasifikasi gambar kanker kulit. Dataset yang digunakan adalah "HAM10000 Preprocessed Data" dari Kaggle, yang terdiri dari 11.644 data dengan tiga atribut. Melalui proses pelatihan selama 50 epoch, model CNN menunjukkan akurasi puncak 86% pada epoch ke-8, meskipun ada risiko overfitting.

Nicolas Martin dan Daniel Udjulawa mengembangkan sistem deteksi kanker kulit menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur AlexNet. Penelitian ini menggunakan dataset dari Kaggle yang terdiri dari 24.839 citra, dengan 80% data digunakan untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian. Model ini mencapai akurasi 72%, recall 72%, precision 70%, dan F1 score 69% dengan learning rate 0,0001, Optimizer Adamax, batch size 16, dan epoch 40.

# Methods

The methods sections often come disguised with other article-specific section titles, but serve a unified purpose: to detail the methods used in an objective manner without introduction of interpretation or opinion. The methods sections should tell the reader clearly how the results were obtained. They should be specific. They should also make adequate reference to accepted methods and identify differences.

# Results

The results section and the following discussion section allow the most flexibility in terms of organization and content. In general, the pure, unbiased results should be presented first without interpretation. These results should present the raw data or the results after applying the techniques outlined in the methods section. The results are simply results; they do not draw conclusions.

The main purpose of the results section is to provide the data from the study so that other researchers can draw their own conclusions and understand fully the basis for the conclusions. A common format for the results section is to present a series of figures and to describe the figures in detail through the text. A good results section presents clear figures with efficient text. The figures should support the assertions in the paper or illustrate the new insights. Where applicable, results should be illustrated in terms of non-dimensional variables.

## Figure

All figures should be numbered with Arabic numerals (1,2,3,….). Every figure should have a caption. All photographs, schemas, graphs and diagrams are to be referred to as figures. Line drawings should be good quality scans or true electronic output. Low-quality scans are not acceptable. Figures must be embedded into the text and not supplied separately. In MS word input the figures must be properly coded. Preferred format of figures are PNG, and JPEG. Lettering and symbols should be clearly defined either in the caption or in a legend provided as part of the figure. Figures should be placed at the top or bottom of a page wherever possible, as close as possible to the first reference to them in the paper. Please ensure that all the figures are of 300 DPI resolutions as this will facilitate good output.

The figure number and caption should be typed below the illustration in 8 pt and left justified [Note: one-line captions of length less than column width (or full typesetting width or oblong) centered]. Artwork has no text along the side of it in the main body of the text. However, if two images fit next to each other, these may be placed next to each other to save space. For example, see **Figure 1**.

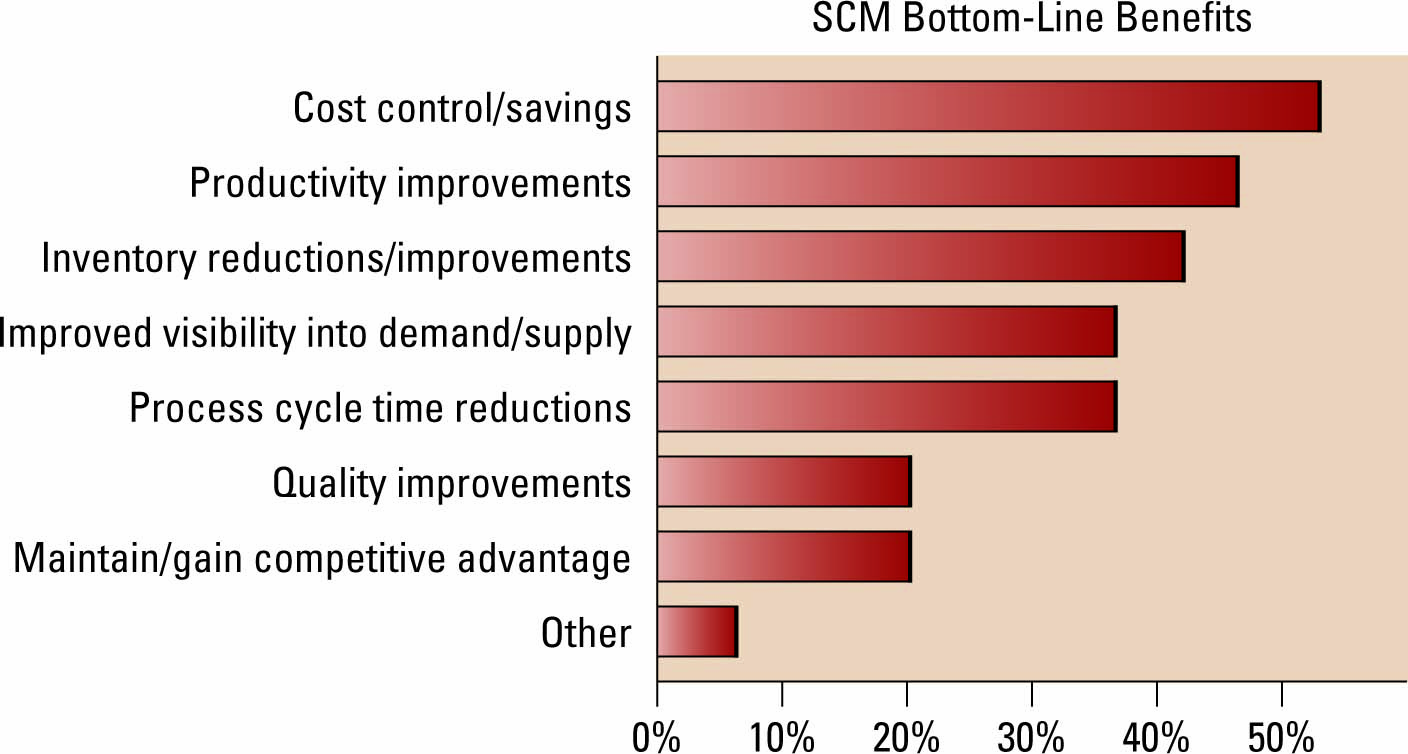


Fig. 1 Caption for figure

## Table

All tables should be numbered with Arabic numerals. Every table should have a caption. Headings should be placed above tables, center justified. Only horizontal lines should be used within a table, to distinguish the column headings from the body of the table, and immediately above and below the table. Tables must be embedded into the text and not supplied separately. **Table 1** is an example which the authors may find useful.

Table 1

Units for Magnetic Properties

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Symbol** | **Quantity** | **Conversion from Gaussian and**  **CGS EMU to SI a** |
| Φ | magnetic flux | 1 Mx → 10−8 Wb = 10−8 V·s |
| *B* | magnetic flux density,  magnetic induction | 1 G → 10−4 T = 10−4 Wb/m2 |
| *H* | magnetic field strength | 1 Oe → 103/(4π) A/m |
| *m* | magnetic moment | 1 erg/G = 1 emu  → 10−3 A·m2 = 10−3 J/T |
| *M* | magnetization | 1 erg/(G·cm3) = 1 emu/cm3  → 103 A/m |
| 4π*M* | magnetization | 1 G → 103/(4π) A/m |
| σ | specific magnetization | 1 erg/(G·g) = 1 emu/g → 1 A·m2/kg |
| *j* | magnetic dipole  moment | 1 erg/G = 1 emu  → 4π × 10−10 Wb·m |
| *J* | magnetic polarization | 1 erg/(G·cm3) = 1 emu/cm3  → 4π × 10−4 T |
| χ*,* κ | susceptibility | 1 → 4π |
| χρ | mass susceptibility | 1 cm3/g → 4π × 10−3 m3/kg |
| μ | permeability | 1 → 4π × 10−7 H/m  = 4π × 10−7 Wb/(A·m) |
| μr | relative permeability | μ → μr |
| *w, W* | energy density | 1 erg/cm3 → 10−1 J/m3 |
| *N, D* | demagnetizing factor | 1 → 1/(4π) |

Vertical lines are optional in tables. Statements that serve as captions for the entire table do not need footnote letters.

aGaussian units are the same as cg emu for magnetostatics; Mx = maxwell, G = gauss, Oe = oersted; Wb = weber, V = volt, s = second, T = tesla, m = meter, A = ampere, J = joule, kg = kilogram, H = henry.

## Equations

Equations and formulae should be typed in Mathtype or any Equation Editor, and numbered consecutively with Arabic numerals in parentheses on the right hand side of the page (if referred to explicitly in the text). They should also be separated from the surrounding text by one space.

 

Be sure that the symbols in your equation have been defined before or immediately following the equation. Use “(1),” not “**Eq. (1)**” or “**equation (1)**,” except at the beginning of a sentence: “Equation (1) is ...”

### Figure

Example of Subheading 3.

# Discussion

The discussion section is where the article interprets the results to reach its major conclusions. This is also where the author’s opinion enters the picture. the discussion is where the argument is made. Common features of the discussion section include comparison between measured and modeled data or comparison among various modeling methods, the results obtained to solve a specific engineering or scientific problem, and further explanation of new and significant findings.

# Conclusions

The conclusion contains a summary of what is learned from the results obtained, what needs to be improved in further study. Other common features of the conclusions are the benefits and applications of the research, limitation, and the recommendations based on the results obtained.

Acknowledgments (Optional)

The acknowledgments are given at the end of the research paper and should at a minimum name the sources of funding that contributed to the article. You may also recognize other people who contributed to the article or data contained in the article, but at a level of effort that does not justify their inclusion as authors. You may also state the research grant contract number if any.

References

Please use IEEE standard for Reference style. We suggest there should be at least 25 references within the manuscript. Make sure you use “*Citation & Bibliography*” feature in Microsoft Word for handling citation in manuscript. If no IEEE style in your Microsoft Word version, use “ISO 690 – Numerical Reference” style instead.

References must include all relevant information, and a DOI (Digital Object Identifier) is required for each reference. Please ensure that each reference is properly formatted with all necessary details, and the DOI is included where available. Do not combine references—each reference should be assigned a unique number. If a URL is included with the print reference, it may be added at the end of the reference.

The template will number citations consecutively within brackets [1]. The sentence punctuation follows the bracket [2]. Refer simply to the reference number, as in [3]—do not use “Ref. [3]” or “reference [3]” except at the beginning of a sentence: “Reference [3] was the first ...”. For papers published in translation journals, please give the English citation first, followed by the original foreign-language citation [6].

**Examples:**

1. G. Eason, B. Noble, and I.N. Sneddon, “On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions,” Phil. Trans. Roy. Soc. London, vol. A247, pp. 529-551, April 1955. doi:10.1098/rsta.1955.0004.
2. J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp. 68-73. doi:10.1093/oso/9780198508001.003.0001.
3. I.S. Jacobs and C.P. Bean, “Fine particles, thin films, and exchange anisotropy,” in Magnetism, vol. III, G.T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271-350. doi:10.1016/B978-0-12-558503-0.50015-3.
4. K. Elissa, “Title of paper if known,” unpublished. doi:10.1234/unpublished2024.
5. R. Nicole, “Title of paper with only first word capitalized,” *J. Name Stand. Abbrev.*, in press. doi:10.1109/ACCESS.2024.3165982.
6. Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, “Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface,” IEEE Transl. J. Magn. Japan, vol. 2, pp. 740-741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetics Japan, p. 301, 1982]. doi:10.1109/TMAG.1987.1361972.

**Notes for Authors:**

1. Please check the completeness of the writing of words/sentences, punctuation is in accordance with the template.
2. If there is writing on the image, make sure the text on the image is clear enough to read (not/too small).
3. Compress the article so that the number of pages can be as few as possible (with a minimum of 8 pages), but still maintain the appropriateness of the surrounding style format.
4. Make sure all references written in the References section are referred to in the body of the manuscript, and vice versa, all references in the body of the manuscript must be written in the References section. With a minimum of 25 References.
5. Similarity checks are rechecked by bit-tech twice (at the start of submission and after the review is complete).
6. Fill in and upload the Manuscript **Completeness Checklist and Publication Ethics** Statement together with the Article when submitting.

**Thank you.**

1. Corresponding author [↑](#footnote-ref-1)