

# Implementasi Arsitektur Dengan Pemilihan Model *Transfer Learning Convolutional Neural Network* Dalam Mengklasifikasikan Penyakit Kanker Kulit

Ajrana<sup>1)</sup>, Armin Lawi<sup>2)</sup>, A. Muh Amil Siddik<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Sistem Informasi, Departemen Matematika, Universitas Hasanuddin

<sup>2</sup>Institut Teknologi B.J. Habibie, Parepare

<sup>1</sup>ajrana18h@student.unhas.ac.id, <sup>2</sup>armin@unhas.ac.id, <sup>3</sup>amilsiddik@unhas.ac.id

## Abstrak

Kulit merupakan lapisan tubuh manusia yang berfungsi untuk menutupi seluruh permukaan pada tubuh manusia. Kulit yang tidak terawat akan menimbulkan penyakit dan gangguan pada kulit diantara yaitu kanker kulit. Dalam mendiagnosis penyakit kanker kulit digunakan metode biopsi, Namun terdapat beberapa kekurangan biopsi diantaranya yaitu butuh persiapan yang panjang, waktu penyembuhan luka yang sedikit lama dan biaya yang mahal. Metode Deep Learning yang saat ini memiliki hasil paling signifikan dalam pengenalan citra adalah Convolutional Neural Network (CNN). Dalam penelitian dilakukan pengklasifikasian kanker kulit dengan metode CNN dengan data yang digunakan merupakan data 9 kelas kanker kulit serta 1 kelas kulit sehat. Dalam membangun model klasifikasi penyakit kanker kulit digunakan kerangka kerja pemilihan model transfer learning. Dimana terdapat tiga model arsitektur yang digunakan yaitu VGG16, DenseNet121 dan NASNetMobile. Dari ketiga model yang digunakan, model VGG16 mendapat hasil akurasi tertinggi. hasil akurasi data train pada model arsitektur VGG16 yaitu sebesar 98%, dan data test sebesar 85%. Kemudian untuk DenseNet121 menghasilkan nilai akurasi sebesar 99% untuk data train dan 82% untuk data test. Untuk model arsitektur NASNetMobile menghasilkan nilai akurasi pada data train sebesar 96% dan 68% untuk data test.

Kata kunci: *Kanker Kulit, Convolutional Neural Network (CNN), Transfer Learning, VGG16, DenseNet121, NASNetMobile.*

## I. PENDAHULUAN

Kulit merupakan lapisan tubuh manusia yang sangat luas dan berfungsi untuk menutupi seluruh permukaan pada tubuh manusia. Oleh karena itu, mengingat pentingnya kulit sebagai pelindung organ tubuh, maka penting sekali untuk menjaga kesehatan kulit sejak usia dini. Kulit yang tidak terawat akan menimbulkan berbagai penyakit dan gangguan pada kulit diantara yaitu Kanker kulit [3].

Terdapat berbagai faktor penyebab timbulnya kanker kulit yaitu diantaranya Faktor peningkatan radiasi sinar ultraviolet, faktor genetik, pola hidup yang tidak sehat, dan infeksi human papillomavirus [3]. Penentuan penyakit kulit tidak boleh dilakukan secara sembarangan, karena penyakit kulit bisa sangat berbahaya bila terjadi kesalahan dalam perawatan dan penanganannya. Maka melalui fakta tersebut, deteksi dini merupakan salah satu cara untuk mengatasi penyakit kanker kulit. Akan tetapi, pakar dermatologis mengatakan bahwa adanya kesulitan dalam membedakan antara luka bakar dan tahi lalat. Dokter dermatologis dapat mendiagnosis kanker kulit dengan melalui proses biopsi. Biopsi adalah pengambilan sejumlah kecil jaringan tubuh manusia untuk pemeriksaan laboratorium yang bertujuan untuk mendeteksi adanya suatu penyakit[8]. Namun, terdapat beberapa kekurangan biopsi diantaranya yaitu butuh persiapan yang panjang, waktu penyembuhan luka yang sedikit lama dan biaya yang mahal. Proses ini akan sulit dilakukan di daerah yang tidak memiliki fasilitas kesehatan, karena prosesnya memerlukan teknologi yang canggih. Masalah ini menimbulkan ketertarikan dalam mengklasifikasikan citra kanker kulit untuk memudahkan diagnosa secara klinis.

Metode Deep Learning yang saat ini memiliki hasil paling signifikan dalam pengenalan citra adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). Hal tersebut dikarenakan CNN berusaha meniru sistem pengenalan citra pada visual cortex manusia sehingga memiliki kemampuan mengolah [7].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Fu'adah dkk., menggunakan algoritma CNN dalam mengklasifikasikan dataset lesi kanker kulit dan lesi tumor jinak, menghasilkan kinerja dengan akurasi 99%, loss 0,0346 dan nilai presisi, recall, skor *F1-score* hampir 100%. Berdasarkan hasil performa, sistem menunjukkan bahwa model yang diusulkan adalah menjanjikan untuk digunakan sebagai alat untuk tenaga medis dalam menentukan diagnosis [2].

Berdasarkan penelitian-penelitian di atas, algoritma CNN telah banyak digunakan oleh para peneliti dalam menganalisis suatu objek, sebab algoritma ini telah diklaim sebagai model terbaik dalam menyelesaikan permasalahan pengenalan objek.

Maka dari itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan menggunakan model *Transfer Learning* CNN pada dataset Kanker kulit. Sehingga peneliti memutuskan untuk membuat penelitian yang berjudul "Implementasi Arsitektur Dengan Pemilihan Model *Transfer Learning Convolutional Neural Network* Dalam Mengklasifikasikan Penyakit Kanker Kulit".

## II. KAJIAN LITERATUR

### A. Kanker Kulit

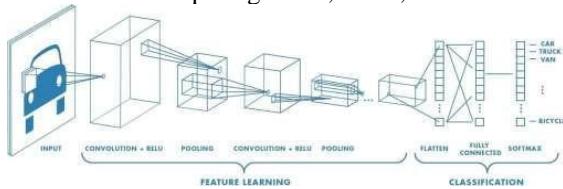
Kanker kulit merupakan suatu penyakit yang disebabkan oleh perubahan sifat-sifat penyusun sel kulit yang normal menjadi ganas. Pada tabel 1 dapat dilihat klasifikasi terhadap jenis kanker kulit beserta deskripsinya.

Tabel 1. Jenis dan deskripsi kanker kulit.

Penyakit	Deskripsi
<i>Actinic keratosis</i>	Bercak kasar dan bersisik pada kulit yang disebabkan oleh paparan sinar matahari selama bertahun-tahun.
<i>Basal Cell carcinoma</i>	Benjolan lunak putih atau bercak bersisik coklat di bagian tubuh yang terkena matahari, seperti wajah atau leher.
<i>Dermatofibroma</i>	Benjolan bundar yang tumbuh dari bawah kulit yang dapat berwarna merah, merah muda, coklat, abu-abu atau ungu.
<i>Healthy Skin</i>	Merupakan jenis kulit sehat yang dimana tidak ada tanda-tanda adanya sel kanker.
<i>Melanoma</i>	Bintik hitam pada kulit yang nampak seperti tahi lalat ataupun kotoran biasa.
<i>Nevus</i>	Bintik hitam atau coklat menonjol yang biasa disebut tahi lalat, dapat ditemukan pada bagian tubuh manapun.
<i>Pigmented benign keratosis</i>	Benjolan seperti kutil pada permukaan kulit yang sering pada bagian wajah, dada, bahu serta punggung.
<i>Seborrheic keratosis</i>	Wujudnya berupa sisik lembut yang sedikit menonjol dengan warna coklat, hitam atau coklat muda.
<i>Squamous Cell carcinoma</i>	Benjolan besar pada kulit yang bisa mengeras atau berdarah pada bagian tubuh yang terkena sinar matahari.
<i>Vascular lesion</i>	Bercak yang dikenal dengan tanda lahir dengan warna merah yang kemudian warnanya menjadi gelap seiring waktu.

### B. Convolutional Neural Network

*Convolutional Neural Network* (CNN) adalah salah satu algoritma paling populer digunakan untuk deep learning, sebuah machine learning yang model pembelajarannya dikhususkan untuk melakukan klasifikasi langsung pada media dua dimensi seperti gambar, video, teks atau suara [5].



Gambar 1. Arsitektur *Convolutional Neural Network*

Pada gambar 1 merupakan gambar arsitektur dari *Convolutional Neural Network*. Secara umum tahapan klasifikasi citra di CNN dibagi menjadi dua bagian besar yaitu feature extractor dan *classification/fully connected* (ANN). Dimana tahap feature extractor berperan melakukan ekstraksi dari sebuah citra (image) menjadi sebuah features berupa angka-angka yang merepresentasikan citra tersebut, atau dengan kata lain input berupa citra dan output berupa features. Selanjutnya features yang dihasilkan dari tahap feature extractor ini masih berbentuk array multidimensi, sehingga sebelum masuk sebagai input ke tahap *classification/fully connected* (ANN) untuk dilakukan klasifikasi, perlu di-*flatten* terlebih dahulu yaitu mengubah bentuk array multidimensi tersebut kedalam sebuah vector (array satu dimensi).

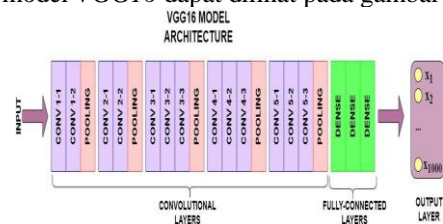
### C. Transfer Learning

*Transfer Learning* adalah suatu Teknik atau metode yang memanfaatkan model yang sudah dilatih terhadap suatu dataset untuk menyelesaikan permasalahan lain yang serupa dengan cara menggunakannya sebagai starting point, memodifikasi dan meng-update parameternya sehingga sesuai dengan dataset yang baru [1].

### D. Beberapa Arsitektur Model CNN

#### a. VGG16

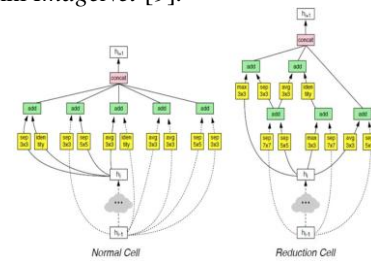
*VGG16* adalah Arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) yang banyak digunakan untuk ImageNet, VGG adalah singkatan dari Visual Geometry Group, dan '16' menyiratkan bahwa arsitektur ini memiliki 16 lapisan [6]. Arsitektur model *VGG16* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Model *VGG16*.

#### b. NASNetMobile

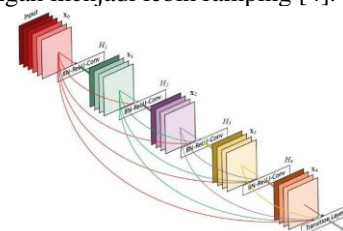
*NASNet* adalah sebuah model berdasarkan sebuah penelitian dengan cara mencari arsitektur blok terbaik pada sebuah dataset kecil, kemudian menyalin arsitektur terbaik yang ditemukan untuk selanjutnya digunakan pada dataset yang lebih besar yakni *ImageNet* [9].



Gambar 3. Cell pada *NASNetMobile*.

#### c. DenseNet121

*DenseNet* merupakan arsitektur model dengan karakteristik khusus yang disebut dengan dense block dimana pada blok tersebut setiap layer terhubung dengan semua layer secara langsung. Sebuah layer mengambil input dari output semua layer sebelumnya dan memberikan output untuk semua layer setelahnya hal tersebut memungkinkan jaringan menjadi lebih ramping [4].



Gambar 4. *Dense Block*.

E. Ukuran kinerja model

a. Confusion matrix

Pada pengukuran kinerja sistem klasifikasi umumnya digunakan *Confusion matrix* untuk membandingkan hasil klasifikasi oleh sistem dengan hasil klasifikasi sesungguhnya.

Dengan *Confusion matrix* tersebut bisa diketahui parameter *Accuracy*, *Precision*, *Recall* dan *F1-score*. Berikut adalah penjelasan dan rumus untuk masing-masing parameter tersebut:

i. Accuracy:

$$Accuracy = \frac{\sum_{i=1}^c T_i}{N} \quad (1)$$

ii. Precision:

$$Precision(i) = \frac{T_i}{T_i + \sum_{j=1}^c F_{ij}} \quad (2)$$

iii. Recall:

$$Recall(j) = \frac{T_i}{T_i + \sum_{i=1}^c F_{ij}} \quad (3)$$

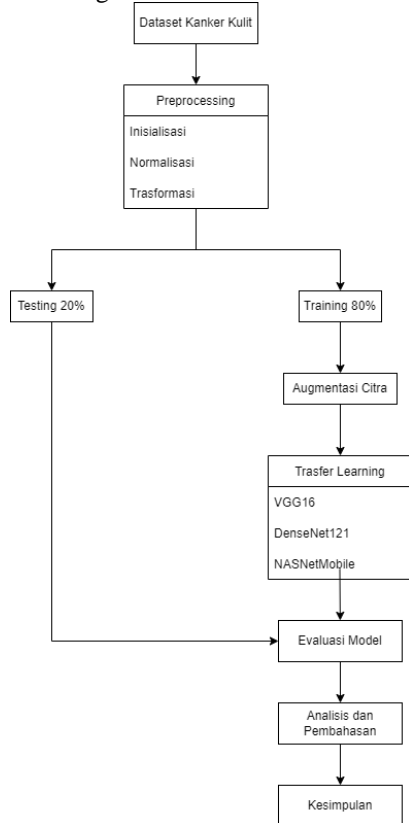
iv. F1-score:

$$F1-score = \frac{2 \times Recall \times Precision}{Recall + Precision} \quad (4)$$

III. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Alur atau tahapan yang dilakukan pada penelitian ini digambarkan melalui gambar 5.



Gambar 5. Alur Penelitian

a. Deskripsi data

Data yang digunakan yaitu dataset berupa citra kanker kulit. Dataset diambil dengan dua cara yaitu yang pertama mengunduh gambar kanker kulit di 2 sumber pada internet. Dataset di peroleh dari internet pada halaman kaggle dan diperoleh dari halaman *International Skin Imaging Collaboration* (ISIC). Kemudian sumber kedua diperoleh dengan mengumpulkan langsung dari masyarakat. Gambar yang diperoleh dari masyarakat merupakan gambar kulit sehat (*Healty Skin*).

b. Preprocessing

Data citra kanker kulit dimasukkan ke dalam sistem. Kemudian dilakukan inisialisasi berupa jumlah *epoch*, *learning rate*, *batch size*, *image size directory* dan *input size*. Dimana untuk *epoch* yang digunakan sebanyak 100, *learning rate* 0,0001, *batch size* 64. Untuk ukuran awal dari citra yang dimiliki sangat beragam, sehingga dilakukan *resize* dengan ukuran 224×224×3 piksel untuk masing-masing model arsitektur yang digunakan. Setelah itu data citra dikonversi menjadi *array* dan dinormalisasi dari rentang 0-255 menjadi rentang 0-1.

c. Pembagian Data

Setelah preprocessing, data akan dibagi menjadi data *training* dan data testing dengan perbandingan 80% dan 20%, dengan jumlah citra pada data *training* sebanyak 2.400 dan pada data testing sebanyak 600 citra.

d. Augmentasi Citra

Setelah data dibagi menjadi 20% untuk testing dan 80% untuk *training*, pada data *training* sebanyak 80% tersebut dilakukan proses augmentasi data untuk mengurangi *Overfitting* dengan menghasilkan data yang mengandung *noise* yang menyebabkan model tidak condong terhadap data yang terlalu ideal.

e. Pelatihan Model

Setelah data sudah melalui preprocessing, maka selanjutnya masuk ke tahap pelatihan model CNN yang terdiri dari proses ekstraksi fitur dan klasifikasi. Penelitian ini menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *VGG16*, *NASNetMobile*, dan *DenseNet121*.

f. Evaluasi Model

Pada tahap ini, evaluasi model akan dilakukan dengan data testing. *Confusion matrix* digunakan untuk menghitung tingkat akurasi, presisi, *recall*, serta *F1-score* dalam mengklasifikasikan kanker kulit.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Deskripsi Data**

Tabel 3 Dataset kanker kulit

No.	Jenis Penyakit	Jumlah Citra
1.	<i>actinic keratosis</i>	300
2.	<i>basal Cell carcinoma</i>	300
3.	<i>Dermatofibroma</i>	300
4.	<i>melanoma</i>	300
5.	<i>nevus</i>	300
6.	<i>pigmented benign keratosis</i>	300
7.	<i>seborrheic keratosis</i>	300
8.	<i>Squamous Cell carcinoma</i>	300
9.	<i>Vascular lesion</i>	300
10.	<i>Healty Skin</i>	300

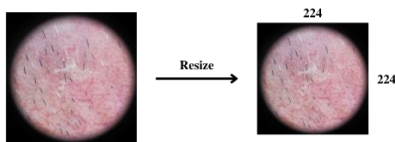
**B. Preprocessing**

Preprocessing adalah tahapan awal yang dilakukan sebelum mengolah citra. pada tahap awal dilakukan inialisasi seperti yang dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Inialisasi *hyperparameter*

Model	Epoch	Learning rate	Batch size	Input size
VGG16	100	0.0001	64	224×224×3
NASNetMobile	100	0.0001	64	224×224×3
DenseNet121	100	0.0001	64	224×224×3

Setelah dilakukan Inialisasi *hyperparameter*, selanjutnya yaitu *resize* citra input. Gambar 6 merupakan ilustrasi hasil *resize* dengan *input* 224×224.



Gambar 6. Ilustrasi pada arsitektur VGG16, DenseNet121 dan NASNetMobile

Setelah dilakukan *resize* data, kemudian dilakukan normalisasi. Tujuan dari normalisasi untuk menggunakan seluruh *range* nilai *grayscale* agar diperoleh gambar yang lebih tajam dan juga jelas jika mata manusia melihatnya.

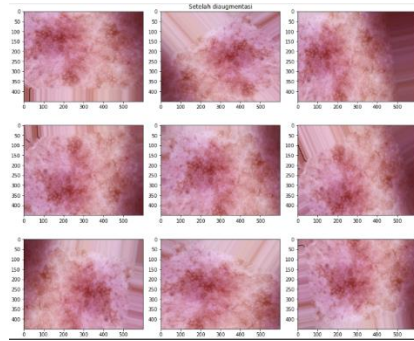
**C. Splitting Data**

Terdapat 3000 data citra kanker kulit yang digunakan dalam penelitian ini dengan perbandingan 80% untuk *training* dan 20% untuk testing dengan jumlah citra untuk *training* sebanyak 2400 dan jumlah citra untuk testing sebanyak 600 citra.

**D. Augmentasi Citra**

Setelah dilakukan *resize* dan *Splitting* data, maka selanjutnya data citra pada data *training* akan dilakukan augmentasi. Augmentasi citra merupakan teknik yang dilakukan oleh setiap algoritma machine learning dalam

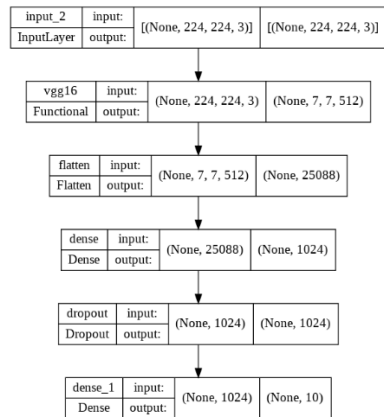
aplikasi pada sebuah klasifikasi, Pada gambar 7 menunjukkan bentuk citra yang telah dilakukan augmentasi.



Gambar 7. Citra hasil augmentasi

**E. Implementasi Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN)**

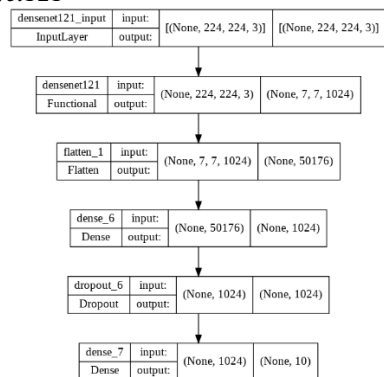
**1. VGG16**



Gambar 8. Arsitektur VGG16

Pada gambar 8 merupakan ringkasan arsitektur dari model VGG16, dengan *input layer* berupa gambar RGB dengan ukuran 224×224×3 pixel. lalu masuk pada tahap penggunaan model VGG16, pada model VGG16 terdapat beberapa *layer* yang digunakan model tersebut diantaranya yaitu *layer convolution* dan *pooling layer*.

**2. DenseNet121**

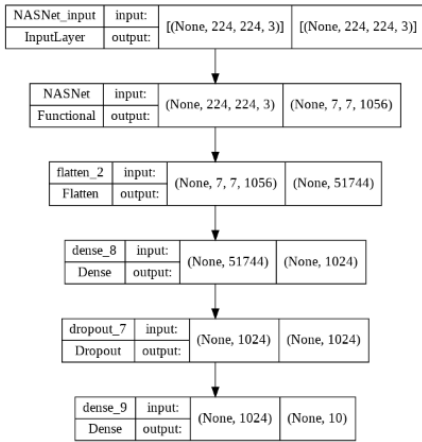


Gambar 9. Arsitektur DenseNet121

Pada gambar 9 merupakan ringkasan arsitektur dari model DenseNet121, dengan *input layer* berupa gambar RGB dengan ukuran 224×224×3 pixel. lalu masuk pada tahap penggunaan model DenseNet121,

pada model *DenseNet121* terdapat *layer convolution, pooling layer, BatchNormalization* dan *concatenate*.

3. *NASNetMobile*



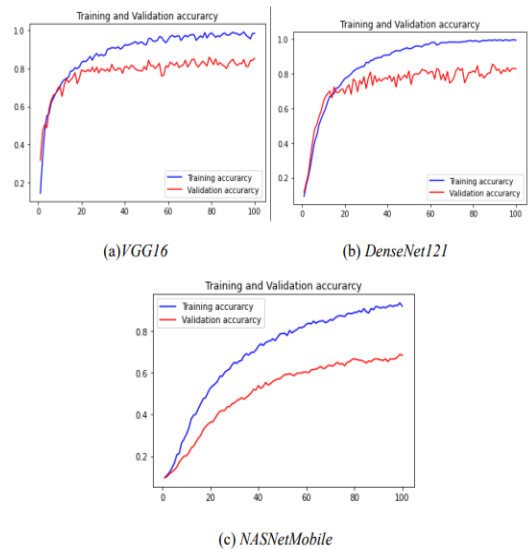
Gambar 10. Arsitektur *NASNetMobile*

Pada gambar 10 merupakan ringkasan arsitektur dari model *NASNetMobile*, dengan *input layer* berupa gambar RGB dengan ukuran  $224 \times 224 \times 3$  pixel. lalu masuk pada tahap penggunaan model *NASNetMobile*, pada model *NASNetMobile* terdapat *layer convolution, pooling layer, BatchNormalization, SeparableConv2D* dan *concatenate*.

F. Evaluasi model

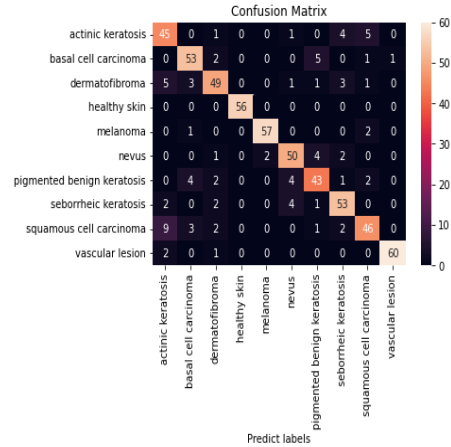
1. Akurasi

Kurva akurasi data *train* dan data *test* pada masing-masing model dapat dilihat pada gambar 11 dimana untuk masing-masing model *VGG16, DenseNet121, NASNetMobile* di *training* dengan 100 *epoch*. Pada model *VGG16* mencapai akurasi sebesar 98% dan validasi akurasi sebesar 85%, untuk model *DenseNet121* mencapai akurasi sebesar 99% dan validasi akurasi sebesar 82%, serta untuk model *NASNetMobile* mencapai akurasi sebesar 96% dan validasi akurasi sebesar 68%.



Gambar 11. kurva akurasi dari arsitektur *VGG16, DenseNet121* dan *NASNetMobile*

2. *Confusion matrix*



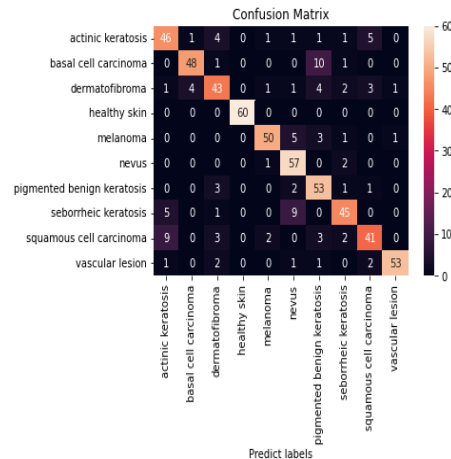
Gambar 12. *Confusion matrix VGG16*

Tabel 4 merupakan hasil evaluasi kinerja model yang berfokus pada tiap kelas berupa *precision, recall* dan *f1-score* dari model *VGG16*.

Tabel 4. Hasil evaluasi kinerja model arsitektur *VGG16*

Kelas	Precision	Recall	F1-score
<i>Actinic keratosis</i>	0.71	0.80	0.76
<i>Basal Cell carcinoma</i>	0.83	0.85	0.84
<i>Dermatofibroma</i>	0.82	0.78	0.80
<i>Healty Skin</i>	1.00	1.00	1.00
<i>Melanoma</i>	0.97	0.95	0.96
<i>Nevus</i>	0.83	0.85	0.84
<i>Pigmented benign keratosis</i>	0.78	0.77	0.77
<i>Seborrhic keratosis</i>	0.82	0.85	0.83
<i>Squamous Cell carcinoma</i>	0.81	0.73	0.77
<i>Vascular lesion</i>	0.98	0.95	0.97

Berikut gambar *confusion matrix* untuk model *DenseNet121*.



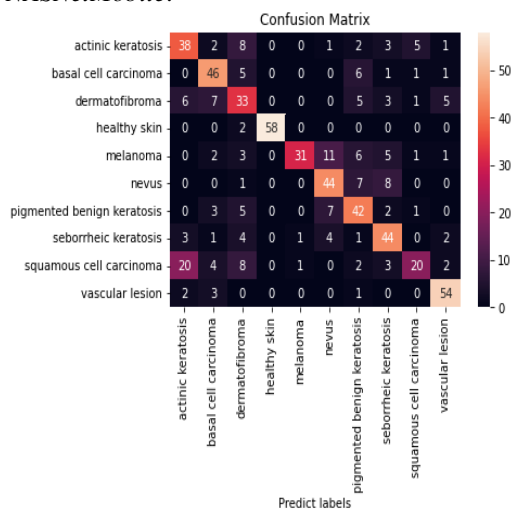
Gambar 13. *Confusion matrix DenseNet121*

Tabel 5 merupakan hasil evaluasi kinerja model yang berfokus pada tiap kelas berupa *precision, recall* dan *f1-score* dari model *DenseNet121*.

Tabel 5. Hasil evaluasi kinerja model arsitektur *DenseNet121*

Kelas	Precision	Recall	F1-score
<i>Actinic keratosis</i>	0.74	0.77	0.75
<i>Basal Cell carcinoma</i>	0.91	0.80	0.85
<i>Dermatofibroma</i>	0.75	0.72	0.74
<i>Healthy Skin</i>	1.00	1.00	1.00
<i>Melanoma</i>	0.91	0.83	0.87
<i>Nevus</i>	0.75	0.95	0.84
<i>Pigmented benign keratosis</i>	0.71	0.88	0.79
<i>Seborrheic keratosis</i>	0.82	0.75	0.78
<i>Squamous Cell carcinoma</i>	0.79	0.68	0.73
<i>Vascular lesion</i>	0.96	0.88	0.92

Berikut gambar *confusion matrix* untuk model *NASNetMobile*.



Gambar 14. *confusion matrix* *NASNetMobile*

Tabel 6 merupakan hasil evaluasi kinerja model yang berfokus pada tiap kelas berupa *precision*, *recall* dan *f1-score* dari model *NASNetMobile*.

Tabel 6. Hasil evaluasi kinerja model arsitektur *NASNetMobile*

Kelas	Precision	Recall	F1-score
<i>Actinic keratosis</i>	0.55	0.63	0.59
<i>Basal Cell carcinoma</i>	0.68	0.77	0.72
<i>Dermatofibroma</i>	0.48	0.55	0.51
<i>Healthy Skin</i>	1.00	0.97	0.98
<i>Melanoma</i>	0.94	0.52	0.67
<i>Nevus</i>	0.66	0.73	0.69
<i>Pigmented benign keratosis</i>	0.58	0.70	0.64
<i>Seborrheic keratosis</i>	0.64	0.73	0.68
<i>Squamous Cell carcinoma</i>	0.69	0.33	0.45
<i>Vascular lesion</i>	0.82	0.90	0.86

G. Model Terbaik

Model terbaik dilihat dari hasil eksperimen dari ketiga mode; arsitektur model yang digunakan yaitu *VGG16*, *DenseNet121* dan *NASNetMobile*. Dari hasil evaluasi berupa akurasi, presisi, *recall*, *F1-score* dan kurva ROC dapat disimpulkan bahwa model *VGG16* merupakan model terbaik yang didapatkan dari eksperimen yang telah dilakukan.

V. KESIMPULAN

Dalam melakukan penelitian Data yang digunakan merupakan data 9 kelas kanker kulit serta 1 kelas kulit sehat (*Healthy Skin*). Dimana dalam membangun model digunakan model *VGG16*, *DenseNet121* dan *NASNetMobile*. Dari ketiga model yang digunakan, model *VGG16* mendapat hasil akurasi tertinggi. hasil akurasi data *train* pada model arsitektur *VGG16* yaitu sebesar 98%, sedangkan hasil untuk data *test* sebesar 85%. Kemudian untuk *DenseNet121* menghasilkan nilai akurasi sebesar 99% untuk data *train* dan 82% untuk data *test*. Selanjutnya untuk model arsitektur *NASNetMobile* menghasilkan nilai akurasi pada data *train* sebesar 96% dan 68% untuk data *test*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis baik berupa materi dan non materi yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih untuk bantuan dan dukungannya.

REFERENSI

- [1] Akçay, S., Kundegorski, M. E., Devereux, M., & Breckon, T. P.(2016). *Transfer Learning Using Convolutional Neural Networks for Object Classification Within X-RAY Baggage Security Imagery*. In 2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 1057–1061.
- [2] Fu’adah, Y. N., Pratiwi, N. C., Pramudito, M. A., & Ibrahim, N. (2020). *Convolutional Neural Network (CNN) for Automatic Skin Cancer Classification System*. IOP Conference Series: Materials [3] [3] Science and Engineering, 982(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/982/1/012005>
- [3] Hendaria, M. P., Asmarajaya, A., & Maliawan, S. (2015). *Kanker Kulit*. Fakultas Kedokteran Universitas Udayana., 1–17.
- [4] Huang, G., Liu, Z., van der Maaten, L., & Weinberger, K. Q. (2017). *Densely Connected Convolutional Networks*. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition., 4700–4708. <https://github.com/liuzhuang13/DenseNet>.
- [5] Li, H., Wang, P., You, M., & Shen, C. (2018). *Reading car license plates using deep neural networks*. Image and Vision Computing, 72, 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2018.02.002>
- [6] Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). *Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition*. ArXiv Preprint ArXiv, 1409–1556. <http://arxiv.org/abs/1409.1556>
- [7] Suartika E.P, I. W., Wijaya, A. Y., & Soelaima, R. (2016). *Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) pada Caltech 101*. JURNAL TEKNIK ITS, 5, A65–A69.
- [8] Wardhani, S. R. (2010). *Biopsi dalam Bidang Dermatologi*. Maranatha Journal of Medicine and Health, 5(1), 14–23.
- [9] Zoph, B., Vasudevan, V., Shlens, J., & Le, Q. v. (2017). *Learning Transferable Architectures for Scalable Image Recognition*. <http://arxiv.org/abs/1707.07012>