

Analisis Klasifikasi Citra Kanker Kulit dengan Random Forest

¹Nawang Anggita Winanti, ²Dwi Puspa Martiyaningsih, ³Chandra Ayunda Apta Soemedhy,
⁴*Ummi Athiyah,
^{1,2,3,4}Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Banyumas, Indonesia

¹19102244@ittelkom-pwt.ac.id, ²19102214@ittelkom-pwt.ac.id, ³19102301@itelkom-pwt.ac.id,
⁴ummi@ittelkom-pwt.ac.id

*Penulis Korespondensi

Diajukan : 6/01/2022
Diterima : 15/01/2023
Dipublikasi : 16/01/2023

ABSTRAK

Pada tahun 2020 jumlah penderita kanker di dunia mencapai 19,3 juta kasus dengan angka kematian mencapai 10 juta kasus dan diperkirakan akan terus naik hingga 30,2 juta kasus pada tahun 2040. Menurut *World Health Organization*, setiap tahun setidaknya sebanyak 160.000 orang menderita kanker kulit di dunia. Salah satu kanker yang mematikan adalah kanker kulit. Penyakit kanker kulit adalah salah satu jenis kanker yang cukup serius dan dalam proses diagnosanya terbilang cukup sulit karena memerlukan pengambilan jaringan tubuh yang menyakitkan untuk tahapan proses biopsi. Oleh karena itu, diperlukannya klasifikasi untuk mengkategorikan jenis kanker masuk berdasarkan keganasannya (*benign* dan *malignant*). pengumpulan data, yaitu dataset kanker kulit *malignant* dan *benign* yang diambil dari website kaggle. Dataset tersebut kemudian diproses melalui segmentasi citra kemudian ciri khusus yang dihasilkan digunakan sebagai dasar pengelompokan citra ke dalam kelas (*clustering*) menggunakan algoritma K-Means. Sebelum dilakukannya klasifikasi, data harus dikelompokkan berdasarkan ciri khusus tertentu menggunakan algoritma K-Means. Selanjutnya akan dilakukan ekstraksi ciri dengan melakukan segmentasi yang nantinya dari hasil tersebut akan diklasifikasi. Kemudian hasil pengelompokkan dibagi menjadi data latih dan data uji sebesar 70% untuk data latih dan 30% data uji, kemudian diklasifikasikan menggunakan algoritma random forest. Didapat hasil pengelompokkan dengan K-Means yaitu 2 klaster. Kemudian diklasifikasikan dengan algoritma Random Forest dan mendapat hasil akurasi pelatihan 100% dan pengujian 81%.

Kata Kunci: Citra; Clustering; K-Means; Kanker Kulit; Random Forest; Threshold.

I. PENDAHULUAN

Pada tahun 2020 jumlah penderita kanker di dunia mencapai 19,3 juta kasus dengan angka kematian mencapai 10 juta kasus dan diperkirakan akan terus naik hingga 30,2 juta kasus pada tahun 2040 (Suryani Syarief, 2021). Menurut *World Health Organization*, setiap tahun setidaknya sebanyak 160.000 orang menderita kanker kulit di dunia (Savera et al., 2015). Kanker kulit sendiri dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *malignant* (ganas) dan *benign* (jinak), dimana *malignant* dapat menimbulkan gangguan imun karena tingginya perkembangan sel kanker pada penderita sedangkan *benign* perkembangan sel kankernya lebih lambat atau lemah (Fattizzo et al., 2021). Penyakit kanker kulit adalah salah satu jenis kanker yang cukup serius dan dalam proses diagnosanya terbilang cukup sulit karena memerlukan pengambilan jaringan tubuh yang menyakitkan untuk tahapan proses biopsi (Faruk et al., 2020).

Di zaman modern ini, semua menjadi serba digital dimana komputer diciptakan dan dikembangkan seperti manusia. Komputer yang diciptakan mampu membaca hingga mengenali objek tersebut, salah satunya dapat dimanfaatkan dibidang kesehatan (Simarmata et al., 2021). Dalam perkembangannya, terdapat dua metode pembelajaran yaitu *supervised learning* dan *unsupervised learning* (Roihan et al., 2020). Supervised learning merupakan pembelajaran dimana sistem seakan akan dilatih terlebih dahulu sehingga mampu melakukan prediksi maupun klasifikasi (Setyorini, 2020). Unsupervised learning merupakan metode pembelajaran dimana sistem hanya diberikan pola pembelajaran yang nantinya sistem akan belajar sendiri dari data yang masuk (Haumahu, 2019). Penelitian ini akan menggunakan supervised learning metode klasifikasi dengan algoritma random forest. Klasifikasi dilakukan untuk membedakan citra kanker kulit ganas (*malignant*) dan jinak (*benign*).

Menurut penelitian (Setyorini, 2020) (Purnomo et al., 2022), algoritma random forest mampu mengklasifikasikan citra yang sudah diproses dengan akurasi tinggi sebesar 90.32%. Sebelum diklasifikasikan, akan dilakukan proses *image processing* untuk mendapatkan ciri khusus pada citra kanker kulit. menurut penelitian (Faruk et al., 2020) (Maria et al., 2018) (Sari et al., 2020) segmentasi citra dapat dilakukan dengan mengambil citra grayscale kemudian diproses menggunakan threshold dan otsu. Metode thresholding otsu adalah metode yang mencari nilai optimum dengan memaksimalkan kelas varian, nilai bobotnya dicari berdasarkan kedua kelasnya, perhitungan rerata terhadap dua kelas, total dari nilai rerata, dan mencari nilai *Between Class Variance* (Faruk et al., 2020). Hasil dari segmentasi citra tersebut kemudian dilakukan pengelompokan (*clustering*) agar dapat dipisahkan kelasnya. Menurut penelitian (Supriyadi et al., 2021) (Athifaturrofifah et al., 2019), metode clustering K-Means memiliki hasil pengelompokan yang baik dan sesuai dengan masing-masing studi kasus yang diujikan.

Pengenalan pola disini digunakan untuk mengklasifikasikan jenis kanker berdasarkan tingkat keganasan (*malignant* dan *benign*). Penelitian ini diharapkan dapat membantu tenaga medis dalam melakukan diagnosa secara dini kanker kulit sehingga keterlambatan diagnosis karena proses diagnosa yang rumit dapat dihindari. Hal tersebut dapat meminimalisir tingkat kematian yang diakibatkan oleh kanker kulit.

II. STUDI LITERATUR

Menurut penelitian (Setyorini, 2020) (Haumahu, 2019), algoritma random forest mampu mengklasifikasikan citra yang sudah diproses dengan akurasi tinggi sebesar 90.32%. Sebelum diklasifikasikan, akan dilakukan proses *image processing* untuk mendapatkan ciri khusus pada citra kanker kulit. Menurut penelitian (Faruk et al., 2020) (Maria et al., 2018) (Sari et al., 2020), segmentasi citra dapat dilakukan dengan mengambil citra *grayscale* kemudian diproses menggunakan threshold dan otsu. Metode thresholding otsu adalah metode yang mencari nilai optimum dengan memaksimalkan kelas varian, nilai bobotnya dicari berdasarkan kedua kelasnya, perhitungan rerata terhadap dua kelas, total dari nilai rerata, dan mencari nilai *Between Class Variance* (Faruk et al., 2020). Hasil dari segmentasi citra tersebut kemudian dilakukan pengelompokan (*clustering*) agar dapat dipisahkan kelasnya. Menurut penelitian (Supriyadi et al., 2021) (Athifaturrofifah et al., 2019), metode clustering K-Means memiliki hasil pengelompokan yang baik dan sesuai dengan masing-masing studi kasus yang diujikan.

III. METODE

Subjek dan Objek Penelitian

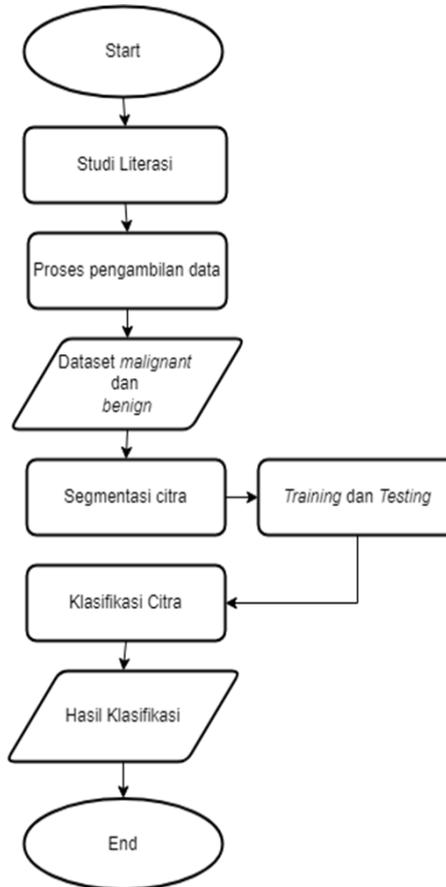
Subjek penelitian ini adalah algoritma klasifikasi yang memiliki akurasi terbaik pada penelitian sebelumnya, yaitu algoritma RF. Dari algoritma tersebut akan dianalisis hasil klasifikasi yang dilakukan. Objek penelitian ini adalah dataset citra kanker kulit *malignant* dan *benign* yang akan diproses menggunakan segmentasi citra kemudian dikelompokkan dan

diklasifikasikan.

Alir Penelitian

Alur penelitian pada penelitian ini diawali dengan studi literatur. Hasil dari studi literatur menurut penelitian (Wilvestra et al., 2018)(Setiabudi & Wardhana, 2021), kanker kulit merupakan salah satu jenis kanker yang masih banyak ditemukan dengan rentang usia penderita kisaran 45-64 tahun. Kanker adalah penyakit dengan angka kematian tinggi. Data *Global Action Against Cancer* (2006) dari WHO menuliskan bahwa angka kematian karena kanker mencapai 45% di tahun 2007. Kematian diprediksi dapat meningkat menjadi 12 juta pada tahun 2030 (Priliana et al., 2018). Penyakit kanker memiliki dampak yang serius dalam kualitas hidup seseorang. Pasien penderita kanker biasanya mengalami penderitaan fisik, psikososial, spiritual, dan masalah lain (S et al., 2018). Jenis - jenis kanker yaitu kanker kulit (Wardhana et al., 2019), kanker paru (Wardhana et al., 2019), kanker payudara (Diahpradnya Oka Partini et al., 2018), dan lainnya. Pada penelitian ini menggunakan objek penelitian dari data kanker kulit. Kanker kulit tumbuh di lapisan yang berbeda, umumnya pada epidermis sehingga mudah dikenali. Angka kejadian kanker kulit melanoma dan non-melanoma meningkat di seluruh dunia. Kelompok ras Asia, kulit hitam, dan hispanik tergolong kelompok dengan kejadian kanker kulit yang rendah. Walaupun secara epidemiologi kanker kulit merupakan keganasan yang paling umum terjadi pada populasi kulit putih, namun mempelajari tren epidemiologi diperlukan untuk mencapai kontrol yang adekuat dan pencegahan awal terhadap kanker kulit (Wardhana et al., 2019). Hal tersebut menjadi dasar peneliti mengambil objek tersebut.

Pada penelitian (Maria et al., 2018)(Sari et al., 2020), dikatakan bahwa segmentasi citra sebagai proses pengenalan pola, dapat dilakukan menggunakan metode thresholding dan otsu. Pengenalan pola merupakan sebuah alat untuk mengatasi masalah dalam mesin cerdas yang digunakan pada tahap pra-pemrosesan data dan pembuatan sebuah keputusan (Devega, 2019). Pengenalan pola yaitu sebuah disiplin ilmu klasifikasi dari sebuah pengukuran dimana polanya adalah nilai apa saja yang akan diklasifikasikan menggunakan himpunan pengukuran yang dapat direpresentasikan dalam bentuk notasi vektor atau matriks (Sianturi et al., 2019). Pada penelitian ini peneliti akan menggabungkan kedua metode tersebut. Kemudian pada penelitian (SETYORINI, 2020) (Supriyadi et al., 2021) (Yuan & Yang, 2019), dikatakan bahwa algoritma K-Means merupakan algoritma yang baik dalam menangani proses klastering serta random forest merupakan algoritma yang baik dalam menangani klasifikasi. Hal tersebut menjadi acuan peneliti untuk mengambil dua algoritma tersebut sehingga dapat memproses data citra kanker kulit. Setelah melakukan studi literatur sehingga memperoleh masalah atau topik yang diambil, akan dilakukan pengumpulan data, yaitu dataset kanker kulit malignant dan benign yang diambil dari website kaggle. Dataset tersebut kemudian diproses melalui segmentasi citra kemudian ciri khusus yang dihasilkan digunakan sebagai dasar pengelompokan citra ke dalam kelas (clustering) menggunakan algoritma K-Means. Kemudian hasil pengelompokan dibagi menjadi data latih dan data uji sebesar 70% untuk data latih dan 30% data uji, kemudian diklasifikasikan menggunakan algoritma random forest. Hasil klasifikasi akan dianalisis untuk mengetahui bagaimana outputnya berupa evaluasi yang berisi akurasi. Gambar 2.1 menunjukkan alur penelitian.

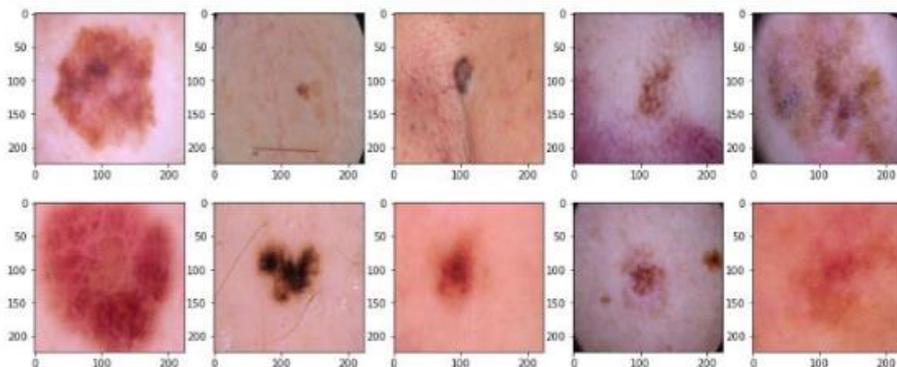


Gambar 2. 1 Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

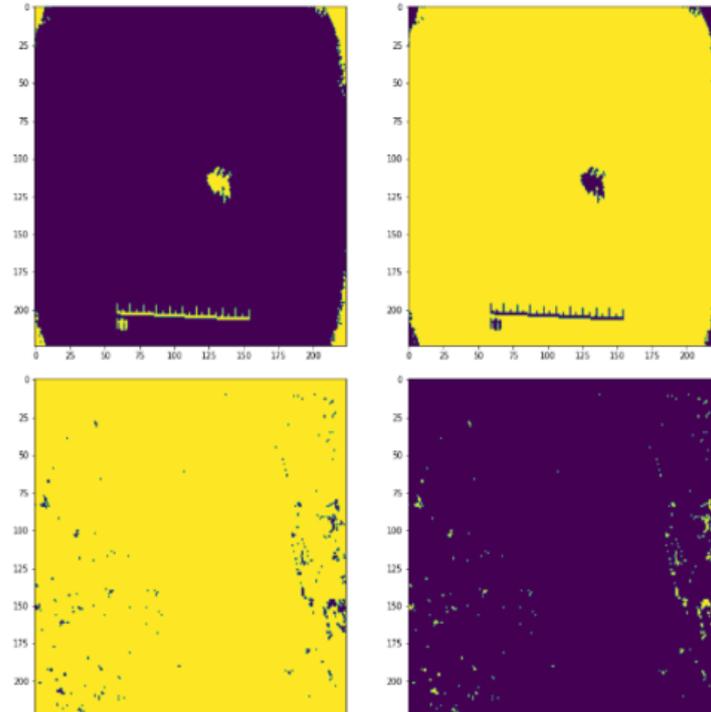
Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini diawali dengan menginputkan data malignant dan benign yang berjumlah 1440 data citra untuk benign dan 1197 data citra untuk malignant, kemudian dilakukan proses segmentasi. Gambar 3.1 menunjukkan sampel data dari malignant dan benign.



Gambar 3. 1 Sampel Data

Data yang diinputkan kemudian disegmentasi menggunakan grayscale thresholding otsu dan mendapat hasil seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Hasil Grayscale Thresholding

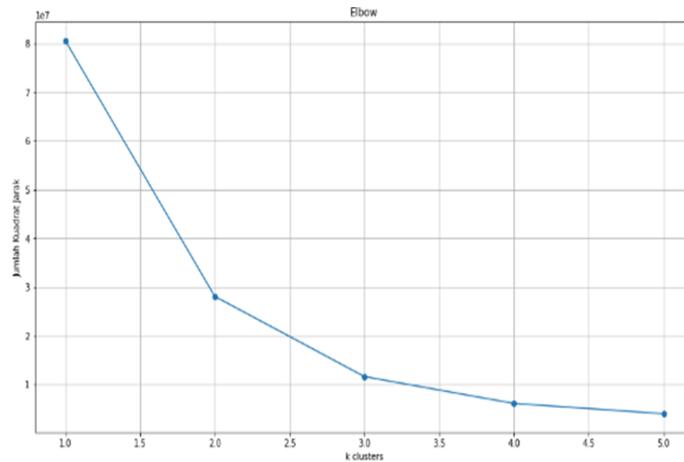
Dua gambar diatas yang memiliki bercak warna ditengah merupakan citra benign dan dua gambar dibawah yang tidak memiliki bercak adalah citra malignant. Sedangkan untuk hasil segmentasi secara general dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.



Gambar 3. 3 Hasil Grayscale Otsu Benign

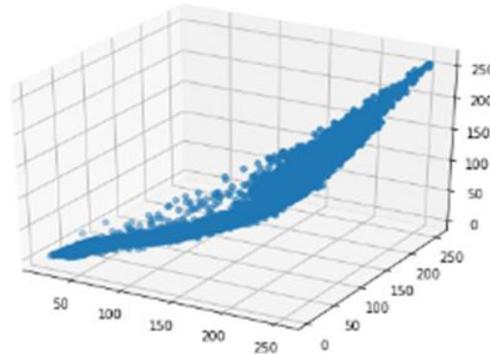


Gambar 3. 4 Hasil Grayscale Otsu Malignant

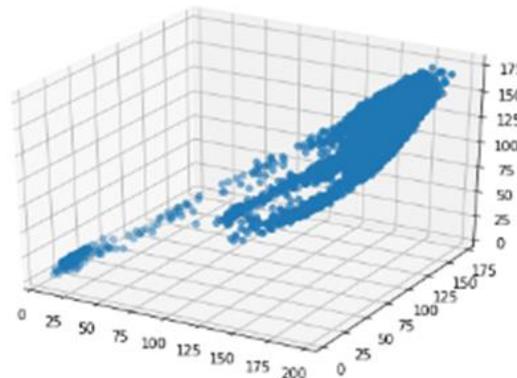


Gambar 3. 5 Pencarian k dengan elbow

Kemudian hasil segmentasi akan disimpan untuk dilakukan proses pengelompokan agar dapat terpisah kedalam dua kelas. Gambar 3.5 menunjukkan proses pengelompokan menggunakan K-Means dimana pencarian nilai K dilakukan menggunakan elbow. Dapat dilihat pada Gambar 3.5 bahwa nilai k kluster yang paling bagus adalah di titik 2 dengan jumlah kuadrat jarak mendekati 3. Dari hasil pengelompokan tersebut, akan ditentukan dua kelas, dimana kelas pertama yaitu kelas *benign* bernilai 1 dan kelas *malignant* bernilai 0. Dimensi gambar *benign* dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan *malignant* pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 6 Dimensi Gambar Benign



Gambar 3. 7 Dimensi Gambar Malignant

Dapat dilihat bahwa pada kelas *benign* dimensi dari gambar memiliki nilai x, y, dan z dari rentang 0 sampai 250. Sedangkan untuk kelas *malignant* dimensi dari gambar memiliki nilai x dari rentang 0 sampai 200, y dan z rentang 0 sampai 175. Gambar segmentasi dari tiap tiap kelas yang sudah disimpan, kemudian dibagi menjadi data latih dan data uji. Pembagian data latih dapat

dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Pembagian Data Latih Dan Uji

	Persentase Data	Jumlah Data
Data Latih	70%	1845
Data Uji	30%	792

Setelah data dibagi, dilakukan pemodelan *machine learning* dengan menggunakan algoritma Random Forest. Didapat akurasi untuk data latihnya sebesar 100% dan data ujiinya sebesar 79%. Gambar 3.8 menunjukkan *classification report* untuk proses pemodelan menggunakan algoritma random forest.

```

Training metrics:
      precision    recall  f1-score   support

     0       1.00      1.00      1.00        781
     1       1.00      1.00      1.00        598

 accuracy          1.00          1.00          1.00       1291
 macro avg          1.00          1.00          1.00       1291
 weighted avg          1.00          1.00          1.00       1291

Test data metrics:
      precision    recall  f1-score   support

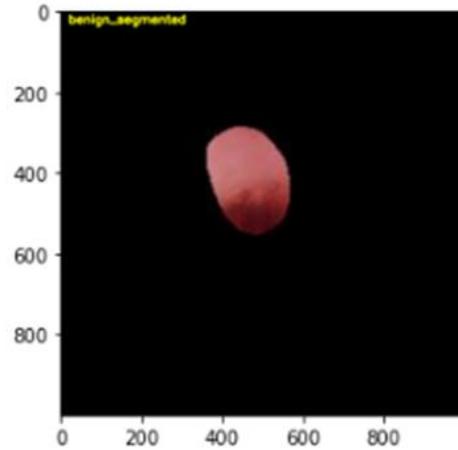
     0       0.81      0.81      0.81        302
     1       0.78      0.77      0.77        252

 accuracy          0.79          0.79          0.79        554
 macro avg          0.79          0.79          0.79        554
 weighted avg          0.79          0.79          0.79        554
    
```

Gambar 3. 8 Hasil Classification Report

Kemudian untuk menguji keakuratan model, dilakukan pengujian dengan salah satu data yang sudah disegmentasi, yaitu data *benign* yang dimasukkan ke dalam model yang sudah dibentuk. Hasil dari pengujian menghasilkan akurasi sebesar 81%. Hasil dari *classification report* dari pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.8.

Selanjutnya data gambar hasil segmentasi dilakukan pengujian agar dapat dilihat keakuratan dari model, berhasil mengklasifikasikan atau tidak. Data *benign* yang sudah disegmentasi kemudian di inputkan dan hasilnya menunjukkan bahwa model dapat mengklasifikasikan dengan benar, yaitu kelas *benign*. Gambar 3.9 menunjukkan *output* hasil klasifikasi berupa gambar dan label *benign_segmented* yang artinya gambar berhasil diklasifikasikan ke dalam segmentasi dari kelas *benign*.



Gambar 3. 9 Hasil Pengujian

Analisis

Menurut hasil pemodelan data dan pengujian, algoritma random forest memiliki akurasi yang cukup baik dengan akurasi pada proses pelatihan 100% dan akurasi pengujian yang diambil dari data *benign* bernilai 81%. Hal tersebut membuktikan bahwa algoritma random forest cukup akurat dalam melakukan pengklasifikasian citra gambar. Tabel 3.2 menunjukkan perbandingan hasil klasifikasi pada saat proses pelatihan dan pengujian.

Tabel 3. 2 Hasil Klasifikasi dengan Random Forest

	Pelatihan	Pengujian
Precision (0)	100%	81%
Precision (1)	100%	78%
Recall (0)	100%	81%
Precision (1)	100%	77%
F1-score (0)	100%	81%
F1-score (1)	100%	77%
Support (0)	701	302
Support (1)	590	252
Akurasi	100%	81%

Pada proses pelatihan dapat dilihat bahwa model memiliki keakuratan yang sangat baik, terbukti dengan pada semua aspek berhasil mendapatkan akurasi sebesar 100%. Pengujian pada

model juga terbilang bagus karena pada semua aspek memiliki nilai akurasi diatas 70% dengan akurasi 81%. Akurasi pada pelatihan terbilang *excellent classification* dan pengujian terbilang *good classification* sesuai dengan penelitian (Muliono et al., 2019) yang menyatakan bahwa akurasi 90%-100% termasuk ke dalam *excellent classification*, 80%-90% *good classification*, 70%-80% *fair classification*, 60%-70% *poor classification*, dan 50%-60% *failure*.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah hasil segmentasi dari citra gambar malignant dan benign berhasil dikelompokkan (clustering) menggunakan elbow ke dalam 2 kelas, yaitu benign dengan nilai 1 dan malignant dengan nilai 0. Pemodelan random forest memiliki akurasi 100% yang termasuk ke dalam *excellent classification* dan dapat mengklasifikasikan setiap kelas dengan benar. Pada proses pengujian yang dilakukan dengan menggunakan data segmentasi benign berhasil diklasifikasikan dengan benar dengan akurasi sebesar 81% yang termasuk ke dalam *good classification*.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Institut Teknologi Telkom Purwokerto yang telah menaungi kami dan mendukung kami dalam proses penelitian ini, serta tak lupa terimakasih kepada teman-teman dan keluarga yang telah memberikan dukungan agar kami dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

VII. REFERENSI

- Athifaturrofifah, Goejantoro, R., & Yuniarti, D. (2019). Perbandingan Pengelompokan K-Means dan K-Medoids Pada Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan Berdasarkan Persebaran Titik Panas (Studi Kasus : Data Titik Panas Di Indonesia Pada 28 April 2018). *Jurnal EKSPONENSIAL*, 10(2), 143–152.
- Devega, M. (2019). Pendeteksian Kerusakan Bantalan Gelinding Menggunakan Metode Radial Basis Function Neural Network (Rbfnn). *JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, 1(2), 115. <https://doi.org/10.35145/joisie.v1i2.212>
- Diahpradnya Oka Partini, P., Nirvana, I. W., & Anda Tusta Adiputra, P. (2018). Karakteristik kanker payudara usia muda di Subbagian Bedah Onkologi Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah tahun 2014-2016. *Intisari Sains Medis*, 9(1), 76–79. <https://doi.org/10.15562/ism.v9i1.163>
- Faruk, M., Studi, P., Informatika, T., Teknik, F., & Lamongan, U. I. (2020). Telematika Klasifikasi Kanker Kulit Berdasarkan Fitur Tekstur, Fitur Warna Citra Menggunakan SVM dan KNN. *Telematika*, 13(2), 100–109.
- Fattizzo, B., Cavallaro, F., Folino, F., & Barcellini, W. (2021). Recent insights into the role of the microbiome in malignant and benign hematologic diseases. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, 160, 103289. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2021.103289>
- Haumahu, J. P. (2019). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Pengenalan Pola Notasi Balok Menggunakan Metode Backpropagation. *Jurnal Riset Komputer (JURIKOM)*, 6(3), 255–259. <http://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/jurikom%7CPage255>
- Maria, E., Yulianto, Y., Arinda, Y. P., Jumiarty, J., & Nobel, P. (2018). Segmentasi Citra Digital Bentuk Daun Pada Tanaman Di Politani Samarinda Menggunakan Metode Thresholding. *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, 2(1), 37. <https://doi.org/10.30872/jurti.v2i1.1377>
- Muliono, R., Lubis, J. H., & Khairina, N. (2019). Analisis Algoritma K-Nearest Neighbors dalam Prediksi Waktu Kelulusan Mahasiswa. *Semantika (Seminar Nasional Teknik Informatika)*, 2(1), 12–16.
- Priliana, W. K., Indriasari, F. N., & Pratiwi, E. (2018). Hubungan usia, jenis kelamin dan jenis

- kanker terhadap kualitas hidup anak dengan kanker. *Jurnal Keperawatan Notokusumo*, VI(1), 48–55.
- Purnomo, T. Y., Yanto, F., Insani, F., Ramadhani, S., & Jasril. (2022). Penerapan Algoritma Random Forest Pada Klasifikasi Daging. *Jurnal Intra Tech*, 6(1).
- Roihan, A., Sunarya, P. A., & Rafika, A. S. (2020). Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper. *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*, 5(1), 75–82. <https://doi.org/10.31294/ijcit.v5i1.7951>
- S, W., SETIYARINI, S., & EFFENDY, C. (2018). Tingkat Depresi pada Pasien Kanker di RSUP Dr. Sardjito, Yogyakarta, dan RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo, Purwokerto: Pilot Study. *Indonesian Journal of Cancer*, 11(4), 171. <https://doi.org/10.33371/ijoc.v11i4.535>
- Sari, I. E. Y., Furqan, M., & Sriani, S. (2020). Penerapan Metode Otsu dalam Melakukan Segmentasi Citra pada Citra Naskah Arab. *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 20(1), 59–72. <https://doi.org/10.30812/matrik.v20i1.658>
- Savera, T. R., Suryawan, W. H., & Setiawan, A. W. (2015). Deteksi Dini Kanker Kulit Menggunakan K-NN Dan Convolutional Neural Network. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 7(2), 1–212. <https://doi.org/10.1142/9488>
- Setiabudi, J., & Wardhana, M. (2021). Profil Pra Kanker dan Kanker Kulit RSUP Sanglah Periode 2015 - 2018. *Jurnal Medika Udayana*, 10(3), 83–89.
- Setyorini, M. A. E. (2020). Analisis Perbandingan Metode Machine Learning: Random Forest dan Support Vector Machine Untuk Deteksi Kanker Paru-Paru. In *Repository.Unej.Ac.Id*. <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/101771>
- Sianturi, F. A., Hasugian, P. M., Simangunsong, A., & ... (2019). Data Mining: Teori dan Aplikasi Weka: ISBN: 978-602-51936-6-8 E-ISBN: 978-602-51936-5-1. In H. T. Sihotang (Ed.), *Rudang Mayang* IOCS Publisher. <http://iocscience.org/ejournal/index.php/rm/article/download/457/274>
- Simarmata, J., Manuhutu, M. A., Yendrianof, D., Iskandar, A., Amin, M., Alfry Aristo J Sinlae, Siregar, M. N. H., Hazriani, H., Herlinah, H., Sinambela, M., Negara, E. S., Jamaludin, J., Ardiana, D. P. Y., Simarmata, N. L. W. S. R. G., Manuhutu, M. A., Yendrianof, D., Iskandar, A., Amin, M., Sinlae, A. A. J., ... Ginantra, N. L. W. S. R. (2021). *Pengantar Teknologi Informasi*. Yayasan.
- Supriyadi, A., Triayudi, A., & Sholihati, I. D. (2021). Perbandingan Algoritma K-Means Dengan K-Medoids Pada Pengelompokan Armada Kendaraan Truk Berdasarkan Produktivitas. *JIPi (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 6(2), 229–240. <https://doi.org/10.29100/jipi.v6i2.2008>
- Suryani Syarief, I. (2021). *19,3 Juta Orang di Dunia Menderita Kanker, Paling Banyak Kanker Payudara*. Suarasurabaya.Net.
- Wardhana, M., Darmaputra, I. G. N., Adhilaksman, I. G. N., Pramita, N. Y. M., Maharis, R. F., Puspawati, M. D., Karmila, I. G. A. A. D., Praharsini, I. G. A. A., Indira, I. G. A. A. E., & Suryawati, N. (2019). Karakteristik kanker kulit di Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar tahun 2015-2018. *Intisari Sains Medis*, 10(1), 260–263. <https://doi.org/10.15562/ism.v10i1.438>
- Wilvestra, S., Lestari, S., & Asri, E. (2018). Retrospective Study of Skin Cancer at The Dermatology and Venerology clinic Dr. M. Djamil Padang 2015-2017. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7(Supplement 3), 47–49.
- Yuan, C., & Yang, H. (2019). Research on K-Value Selection Method of K-Means Clustering Algorithm. *J*, 2(2), 226–235. <https://doi.org/10.3390/j2020016>