

PERBANDINGAN METODE *DECISION TREE* DENGAN *NAÏVE BAYES* DALAM KLASIFIKASI TUMOR OTAK CITRA MRI

Suci Dilasari Kamil¹, Didit Widiyanto², Nurul Chamidah³
Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta
Jl. RS. Fatmawati Pondok Labu, Jakarta Selatan 12450
Sucidila93@gmail.com

Abstrak. Dalam klasifikasi citra medis pada algoritma *Machine learning* sudah umum diterapkan, metode *Decision Tree* dan *Naïve Bayes* merupakan metode yang sering digunakan dalam hal klasifikasi citra medis. Dengan itu maka dilakukan perbandingan algoritma klasifikasi *Decision Tree* dan *Naïve Bayes* untuk mengetahui performa dari metode klasifikasi dengan proses pengolahan citra MRI, dengan pra proses yaitu citra *grayscale* selanjutnya segmentasi dengan metode *K-means clustering* dan ekstraksi ciri menggunakan GLCM untuk proses ekstraksi fitur. Penelitian ini, akan menerapkan analisis tekstur dengan *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity* dan untuk mengklasifikasikan citra dengan dua kelas yaitu: Penyakit tumor otak dan tidak penyakit tumor otak. Dari hasil penelitian berdasarkan nilai *accuracy*, *specificity* dan *sensitivity decision tree* lebih tinggi dibanding metode *naïve bayes* yaitu 96% *accuracy*, 96% *specificity* dan 96% *sensitivity* dan metode *naïve bayes* 91% *accuracy*, 90% *specificity* dan 93% *sensitivity*.

Kata Kunci: Klasifikasi, Citra MRI, *Decision Tree*, *Naïve Bayes*

1. Pendahuluan

Tumor otak adalah suatu penyakit yang menyerang bagian saraf pada lesi ekspansif otak dengan pembentukan sel yang abnormal pada otak dan membentuk tumor dalam lesi tengkorak kepala (intra cranial) atau di sumsum tulang belakang (medula spinalis). Hal ini dapat memerlukan kebijakan standar dalam penanganan secara rasional dalam pendekatan terapi. Tumor otak meliputi sekitar 85-90% dari seluruh kanker susunan saraf pusat. Di Amerika Serikat insidensi tumor otak ganas dan jinak adalah 21.42 per 100.000 penduduk per tahun (7.25 per 100.000 penduduk untuk kanker otak ganas, 14.17 per 100.000 penduduk per tahun untuk tumor otak jinak). Data angka insiden untuk tumor otak ganas di seluruh dunia berdasarkan angka standar populasi dunia adalah 3.4 per 100.000 penduduk. Angka mortalitas adalah 4.25 per 100.000 penduduk per tahun. Mortalitas lebih tinggi pada pria. Data cancer registry dari RSK Dharmais, RSCM, RS Persahabatan, IAPI, KPKN [1]. Langkah dalam identifikasi citra MRI otak masih kurang baik dalam hal mendiganosis, oleh karena adanya kualitas hasil pencitraan *Magnetic resonance imaging* (MRI) yang susah untuk dibaca oleh para ahli dokter dan radiolog, misalnya karena terdapat noise yang mengganggu penglihatan ataupun keterbatasan mesin *Magnetic resonance imaging* (MRI), maka memungkinkan dapat mempengaruhi keakuratan diagnosis. Dari data tersebut membutuhkan teknologi mesin yang dapat meminimalisir kesalahan dalam diagnosis tumor otak dan dapat dihindari dan juga dalam ketidakakuratan dari mendeteksi penyakit tumor otak pasien dengan lebih baik.

Proses yang dilakukan pada penelitian sebelumnya menggunakan algoritma *Naïve bayes* pada citra *Magnetic resonance imaging* (MRI). Menggunakan *Naïve bayes* sebagai klasifikasi dalam proses klasifikasi tumor dan dari penelitian tersebut menunjukkan tingkat akurasi prediksi sebesar 84,17 % [2].

Penelitian “*Automatic Classification of MR Brain Tumor Images using Decision Tree*” Klasifikasi 5 jenis tumor otak dengan citra MRI seperti glioblastoma multiforme, astrocytoma, metastatic, glioma dan makro hipofisis menggunakan metode *Decision tree* dengan akurasi 98% [3].

Penelitian hanya membandingkan metode klasifikasi yaitu algoritma metode klasifikasi *Decision tree* dengan *Naïve bayes* dengan tujuan utamanya memprediksi tipe tumor otak dan estimasinya kemunculan tumor dan algoritma *Decision tree* lebih baik dan lebih akurat dalam mendeteksi 120 jenis tumor otak dari metode *Naïve bayes* [4].

Berdasarkan uraian tersebut diatas, penelitian ini akan membandingkan metode klasifikasi *Decision Tree* dengan metode klasifikasi *Naïve Bayes* dalam mengklasifikasikan penyakit tumor otak dengan citra MRI menggunakan metode segmentasi *K-means clustering* dan ekstraksi fitur *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM). Penelitian ini bertujuan untuk melihat seberapa besar akurasi yang didapat dari kedua metode klasifikasi dengan mengklasifikasikan penyakit tumor otak dan tidak tumor otak menggunakan citra MRI.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Tumor Otak

Tumor pada otak manusia dapat berupa tumor yang sifatnya primer ataupun yang merupakan metastasis dari tumor pada organ tubuh, tumor otak ini berasal dari sel saraf yang tidak normal atau abnormal yang terletak pada bagian sel otak. Tumor pada otak mempunyai sifat yang berbeda dibandingkan tumor yang terdapat pada tubuh, walaupun secara histologisnya jinak, akan bersifat menjadi ganas dikarenakan letaknya yang berdekatan atau berada di sekitar struktur vital dalam otak dan dalam rongga tertutup [1].

2.2 MRI (Magnetic Resonance Imaging)

MRI juga dapat melihat gambaran citra yang terdapat dari jaringan lunak atau saraf yang berada di dalam lesi tengkorak dengan lebih jelas dan sangat baik untuk tumor, namun mempunyai keterbatasan dalam hal mendiagnosis penyakit. Citra MRI memberikan kemudahan bagi tenaga medis dalam membaca citra MRI sehingga kesalahan mendiagnosis penyakit pada citra MRI secara minimal dapat dihindarkan dan juga memiliki kelebihan kualitas gambar cukup baik pada jaringan lunak terdapat pada sel-sel pada organ tubuh dan dapat terlihat detail dalam membacanya [3].

2.3 Image Processing

Pemrosesan gambar, juga disebut *prepossessing*, adalah pemrosesan gambar untuk meningkatkan kualitasnya untuk langkah pemrosesan lebih lanjut. Secara umum, jenis gambar yang dapat diproduksi dan diproses oleh komputer, adalah gambar biner, skala abu-abu dan berwarna [5].

2.4 Citra Grayscale

Citra Grayscale adalah Gambar berwarna dikonversi ke gambar skala abu-abu. Format grayscale disebut juga skala keabuan karena rentang pixelnya dari warna hitam (0) sampai warna putih (255) [6].

2.5 Algoritma K-Means Clustering

K-means clustering yaitu nilai rata-rata data numerik yang terkandung dalam clusternya dan dalam penelitian menyatakan menentukan jumlah cluster dari gambar dengan ukuran frame yang berbeda-beda. Langkah-langkah tambahan pada algoritma *K -Means clustering* [9]. Dan dalam *K-means clustering* membuat jarak antara pixel yang berdekatan menjadi cluster atau K yang dibuat pengelompokannya, berikut ini terdapat langkah-langkah dalam segmentasi algoritma *K-means clustering*:

1. Menentukan K atau cluster yang akan disegmentasi.
2. Mengambil nilai acak pada masing-masing cluster.
3. Hitung pusat kelompok atau clusternya (centroid) dengan persamaan Formula 1:

$$C_i = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M P_k \dots\dots\dots (1)$$

C_i = nilai pada pusat kelompok (centroid)

M = Jumlah data

i = fitur ke- i pada kelompok

P = dimensi data

4. Hitung jarak Euclidean distance matriks yaitu pengukuran jarak pada pixel dengan persamaan Formula 2:

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (2)$$

5. Setelah dikelompokan maka dihitung nilai rata-rata pixelnya pada setiap clusternya. Hasilnya akan menjadi centroid baru
6. Lakukan hal 4 dan 5 kembali sampai nilai rata-rata yang dihitung dengan nilai centroid sama maka proses akan berhenti dan output yang dikelompokan sesuai dengan jumlah clusternya.

2.6 Operasi Morfologi

Operasi morfologi merupakan proses perbaikan kualitas citra dalam membentuk sebagai bentuk dalam pengolahan. Morfologi bergantung pada gambar digital dengan pixel tetangganya. Teknik morfologi sendiri bertujuan memperbaiki hasil segmentasi dan kualitas citrannya.

2.7 Region of Interest (ROI)

Teknik *Region of Interest* (ROI) ini merupakan pengolahan citra dengan mengambil nilai pada object atau daerah tertentu pada citra yang akan di ekstraksi ciri.

2.8 GLCM (Gray Level Co-Occurrence Matrix)

Fitur tekstur juga mempunyai kemampuan dalam membedakan dalam membagi citranya menggunakan tekstur dan GLCM metode yang cukup efektif dalam melakukan klasifikasi dalam hal teksturnya. Matriks GLCM berisikan data co-occurrence tingkat keabuan pada piksel dengan ketetanggaan pada

arah 0° , 45° , 90° , dan 135° dan ekstraksi ciri yaitu kontras, homogenitas, energi dan korelasi. Di bawah ini adalah cara perhitungan ciri statistik GLCM [7], ciri-ciri tersebut adalah:

- Contrast

Kontras dapat dikatakan sebagai perbedaan intensitas keabuan antara nilai pixel dengan tetangganya dari citra grayscale yang saling berdekatan seperti rumus di bawah ini Formula 3:

$$Con = \sum_{i,j} |i - j|^2 p(i,j) \quad (3)$$

- Homogeneity

Pada fitur Homogeneity mengukur kehomogenan variasi intensitas keabuan citra. Homogeneity mengobservasi keseragaman nilai yang tidak nol pada matriks GLCM. Ketika semua piksel sama dari homogenitas memiliki nilai maksimum, umumnya diagonal dari matriks GLCM seperti rumus di bawah ini Formula 4:

$$H = \sum_{i,j} \frac{p(i,j)}{1+|i-j|} \quad (4)$$

- Energy

Fitur Energy mengukur pasangan pixel dengan intensitas keabuan tertentu pada matrix. Keadaan homogen mengandung hanya sedikit gray level tetapi memiliki nilai piksel yang tinggi dengan rumus berikut ini Formula 5:

$$E = \sum_{i,j} (p(i,j))^2 \quad (5)$$

- Correlasi

Correlasi adalah pengukuran linier ketergantungan pixel keabuan dengan pixel terdekatnya pada citra dan mengukur kerusakan dan kesalahan-letakan dengan rumus di bawah ini Formula 6:

$$Corr = \sum_{i,j} \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)p(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (6)$$

2.9 Naïve Bayes

Metode *Naive Bayes* didasarkan pada peluang atau probabilitas dalam hal penyederhanaan bahwa nilai atribut secara kondisional saling bebas jika diberikan nilai *output* [11]. Pada penelitian ini metode *Naive Bayes* merupakan memunculkan peluang setiap kelas normal dan tumor pada citra MRI dari menghitung setiap peluang dari atribut yang ada.

Sehingga memunculkan nilai untuk menghitung tingkat akurasi pada tumor otak. Penerapan metode *Naive Bayes* memunculkan probabilitas yang terdapat pada atribut di dalam data [12]. Dengan kata lain, diberikan nilai *output*, probabilitas mengamati secara bersama adalah produk dari probabilitas individu dengan persamaan rumus di bawah ini Formula 7:

$$P(H|X) = \frac{P(X|H)}{P(X)} \cdot P(H) \quad (7)$$

2.10 Decision Tree

Dalam penelitian ini menggunakan algoritma C45. Algoritma C45 sendiri merupakan pengembangan dari algoritma ID3. Yaitu jenis klasifikasi yang merepresentasikan nilai atribut dari presentasi kelasnya [8]:

1. Pilih atribut atau variabel sebagai rootnya.
2. Buat cabang dari masing-masing nilai dari variabelnya
3. Bagi kasus dalam simpulnya

Root node sendiri terletak yang paling atas dari suatu pohon keputusan, internal node terdapat dipercabangan yang memiliki 2 nilai outpunya, leaf node merupakan node terakhir yang tidak memiliki output yang akan diberi label dengan classnya [10]. Perhitungan untuk menampilkan root node sebagai berikut pada rumus Formula 8:

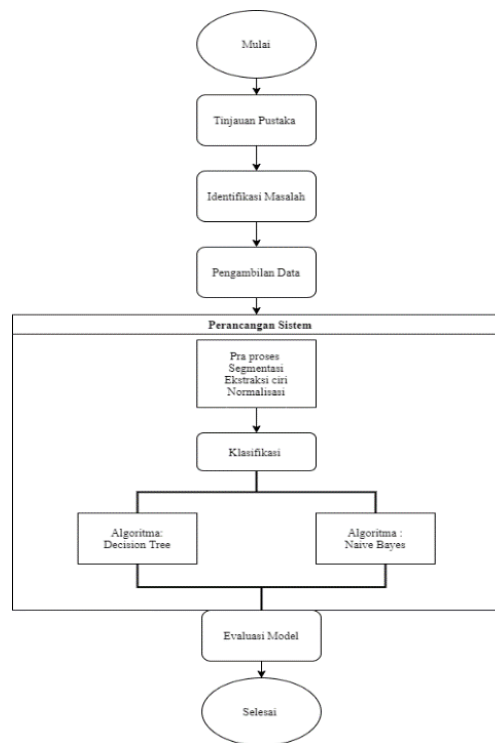
$$Gain(S, A) = Entropy(s) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{S} * Entropy(S_i) \quad (8)$$

S merupakan notasi kasus dan A merupakan notasi atribut dan n adalah jumlah sampel A ke partisi I disebut $|S_i|$. Perhitungan entropy sebagai berikut pada rumus Formula 9:

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^n -P_i * \log_2 p_i \quad (9)$$

Dengan n jumlah atribut S dan nilai pi proporsi dari nilai S_i perhitungan entropy sendiri untuk mencari nilai atribut untuk cabangnya.

3 Metodologi Penelitian



Gambar 1. Flowchart Tahapan penelitian

3.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka bertujuan untuk mempelajari penelitian atau studi sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang dibuat oleh penulis. Penulis mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan Penyakit tumor otak ,preprocessing dan segmentasi citra, metode klasifikasi *Decision Tree* dan *Naïve Bayes* dan informasi-informasi yang terkait dengan penelitian

3.2 Pengambilan Data

Tahapan awal penelitian ini adalah akuisisi data yang memiliki tujuan untuk memperoleh data yang relevan dengan penelitian. Data diambil dari Kaggle[13] data berupa gambar MRI dengan 30 data tidak terkena penyakit tumor otak dan 30 data terkena penyakit tumor otak.

3.3 Perancangan Sistem

Setelah data terkumpul, akan dibuat sistem untuk mengklasifikasi penyakit tumor otak dan tidak penyakit tumor otak . Ada 5 tahapan yaitu preprocessing citra, segmentasi citra, ekstraksi ciri, normalisasi, dan klasifikasi citra. Pada tahap klasifikasi citra melakukan 2 metode yang akan dibandingkan yaitu algoritma *Decision Tree* dan *Naïve Bayes*.

3.4 Evaluasi Model

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui performa pada klasifikasi dengan menggunakan metode *Decision Tree* dan *Naïve Bayes* untuk membedakan yang mana penyakit tumor otak dan tidak penyakit tumor otak citra MRI.

4 Hasil dan Pembahasan

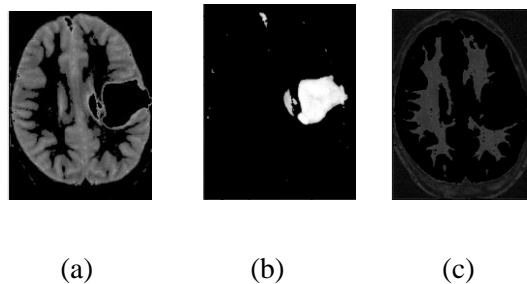
Dalam penelitian ini akan menghasilkan analisis algoritma klasifikasi yaitu Decision Tree dan Naïve Bayes dalam klasifikasi tumor otak pada citra MRI dengan proses segmentasi menggunakan metode K-Means dan ekstraksi ciri GLCM lalu dilanjutkan dengan normalisasi data dilanjutkan dengan klasifikasi.

4.1 Praproses Citra

Citra MRI merupakan citra asli dari RGB (*red, green, blue*) diubah menjadi *grayscale* nilai keabuan yang tadinya memiliki 3 nilai (*red, green, blue*) menjadi 1 nilai yaitu nilai keabuan. Pada proses *grayscale* ini dilakukan untuk proses *Region of Interest (ROI)* dengan citra hasil segmentasi dari *K-means clustering* lalu dihitung dengan hasil masking tersebut menggunakan GLCM untuk proses ekstraksi teksturnya lalu di normalisasi hasil ekstraksi cirinya setelah itu di klasifikasi menggunakan metode *Decision Tree* dan *Naïve Baye*

4.2 Segmentasi Citra

Pada tahap ini dilakukan segmentasi citra menggunakan citra MRI otak lalu dilakukan proses algoritma *K-means clustering* membagi *cluster* atau K nya menjadi 3. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

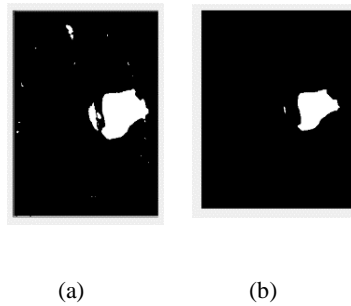


Gambar 2. a) objek cluster 1, b) objek cluster 2, c) objek cluster 3

Setelah di dapat 3 cluster lalu akan dihitung pada area cluster pada setiap cluster. Dengan ini maka nilai terendah *cluster* akan dipakai dan menjadi nilai data tercluster hasilnya dari data tercluster citra biner. Lalu hasil dari citra segmentasi akan dilanjutkan dengan operasi morfologi.

4.3 Operasi morfologi

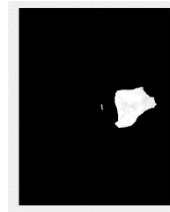
Tahapan Operasi morfologi pada penelitian ini memakai Erosi dan *fill_holes*. Erosi sendiri merupakan citra yang bertujuan untuk menghapus noise-noise citra yang masih ada dari sisa-sisa hasil segmentasi dengan cara mengikis citra di tepi objeknya. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. a) Erosi Citra b) *Fill_Holes*

4.4 *Region of Interest*

Citra yang telah di *fill_holes* akan di *ROI* yaitu perkalian citra pada citra hasil operasi morfologi dengan citra grayscale untuk didapat nilai pada objek citra. Pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. Citra Hasil *ROI*

4.5 Ekstraksi ciri

Citra yang telah di masking lalu selanjutnya akan diolah dengan GLCM untuk mendapatkan ciri tekstur dari masing-masing citranya dengan menghitung jumlah nilai kookurensi berdasarkan arah dan jarak yang telah ditentukan sebelumnya yaitu (0, 45, 90, 135) dengan jarak = 1 menghasilkan 4 matriks dari masing – masingnya lalu setelah itu hitung fitur (*contrast, correlation, energy, homogeneity*). Dibawah ini menunjukan tabel dengan derajat 0 pada salah satu citra

Tabel 1. Nilai Fitur GLCM Derajat 0

<i>Contrast</i>	0,3872
<i>Correlation</i>	0,9763
<i>Energy</i>	0,9281

<i>Homogeneity</i>	0,9980
--------------------	--------

4.6 Normalisasi Data

Pada hasil dari ekstraksi ciri terdapat sebagian dari data hasil ekstraksi ciri masih ada yang memiliki nilai negatif, maka akan dilakukan dengan normalisasi Teknik yang diperlukan dalam normalisasi data min-max dengan fitur dari GLCM untuk menghilangkan nilai minus dan mengurangi kompleksitas data pada hasil ekstraksi ciri.

4.7 Klasifikasi

Setelah di normalisasi dilakukan ke tahap klasifikasi. Klasifikasi digunakan untuk mengklasifikasikan data sesuai dengan kelasnya masing-masing data didapat dari hasil normalisasi ekstraksi ciri lalu diklasifikasikan dengan metode klasifikasi yaitu metode *Decision Tree* dan metode *Naïve Bayes*.

4.7.1 Decision Tree

Pada tahap klasifikasi menggunakan *K-fold validation* dengan $K=5$ menggunakan *Confusion Matri* seperti persamaan dibawah ini:

a. Sensitivity

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{(TP+FN)} = \frac{29}{(29+1)} \cdot 100\% = 96\%$$

96% sistem sukses deteksi penyakit tumor

b. Specificity

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{(TN + FP)} = \frac{29}{(29 + 1)} \cdot 100\% = 96\%$$

90% sistem sukses deteksi tidak penyakit tumor

c. Accuracy

$$\text{Accuracy} = \frac{TN + TP}{(TN + TP + FN + FP)} = \frac{29 + 29}{(29 + 29 + 1 + 1)} \cdot 100\% = 96\%$$

Accuracy yang di dapat adalah 96%

4.7.2 Naïve Bayes

Pada pengujian model pada metode *Naïve Bayes* menunjukkan kinerja algoritma pada evaluasi model menggunakan *K-fold cross validation* dengan $K=5$ dengan *confusion matrix* seperti persamaan dibawah ini:

a. *Sensitivity*

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{(TP+FN)} = \frac{28}{(28+2)} \cdot 100\% = 93\%$$

93% sistem sukses deteksi penyakit tumor

b. *Specificity*

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{(TN+FP)} = \frac{27}{(27+3)} \cdot 100\% = 90\%$$

90% sistem sukses deteksi tidak penyakit tumor

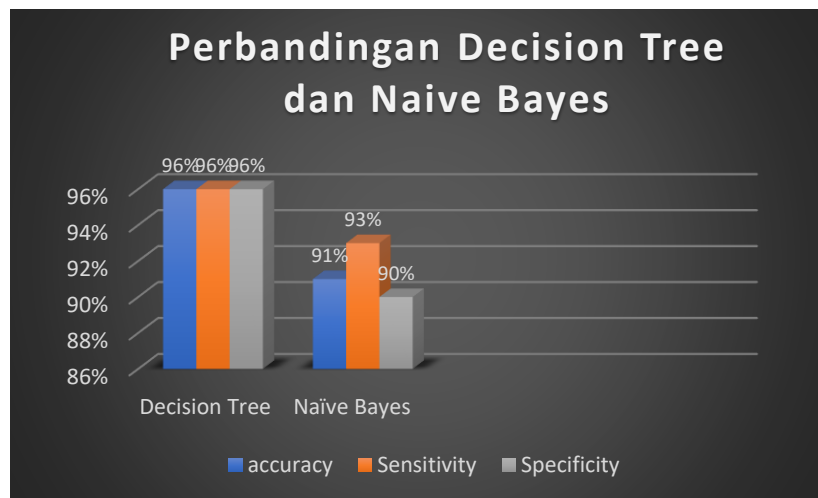
c. *Accuracy*

$$\text{Accuracy} = \frac{TN+TP}{(TN+TP+FN+FP)} = \frac{27+28}{(27+28+3+2)} \cdot 100\% = 91\%$$

Accuracy yang didapat adalah 91%

4.8 Evaluasi Model

Evaluasi model yang dilakukan untuk mengetahui akurasi dalam klasifikasi dalam evaluasi model yang sedang dilakukan pada penelitian. Keluaran dari evaluasi model berupa nilai *accuracy*, *specificity* dan *sensitivity*. Menggunakan *K-Fold Validation* dengan $K=5$ Keluaran dari evaluasi model pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. Perbandingan Decision Tree dan Naive Bayes

Dari gambar di atas terlihat bahwa metode *Decision Tree* lebih baik dari pada metode *Naive Bayes*, klasifikasi penyakit tumor otak dengan citra MRI otak. Metode *Decision Tree* lebih unggul dari metode *Naive Bayes* dengan 96% *accuracy*, 96% *specificity* dan 96% *sensitivity* dan metode *Naive Bayes* 91% *accuracy*, 90% *specificity* dan 93% *sensitivity*.

5 Penutup

5.4 Kesimpulan

Setelah selesai dilakukan tahapan-tahapan pada penelitian terhadap citra MRI tumor otak dalam mengklasifikasikan citra normal dan citra tumor otak dengan membandingkan metode klasifikasi yaitu algoritma *Decision Tree* dengan *Naive Bayes* dengan 60 data citra MRI. Dalam pra proses penelitian ini menggunakan segmentasi *K-means clustering* dan ekstraksi ciri menggunakan GLCM fitur *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity* derajat 0, 45, 90, dan, 135 dilanjutkan dengan normalisasi data dari hasil ekstraksi ciri. Hasil yang didapat dari evaluasi model dua metode klasifikasi yaitu berupa nilai *accuracy*, *specificity* dan *sensitivity* yang bertujuan untuk mengetahui seberapa baik sistem yang didapat dari dua metode klasifikasi citra MRI otak. Dari hasil evaluasi model terbaik didapat oleh metode klasifikasi *Decision Tree* dengan nilai 96% *accuracy*, 96% *specificity* dan 96% *sensitivity*.

5.5 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian perlu di uji coba dengan data yang lebih banyak untuk mendapatkan akurasi yang lebih akurat. Dan perlu pendekatan-pendekatan yang berbeda untuk mendapatkan klasifikasi yang optimal.

Referensi

- [1] Kementerian Kesehatan, "Panduan Penatalaksanaan Tumor Otak," pp. 2557–2570, 2016, [Online]. Available: <http://kanker.kemkes.go.id/guidelines/PPKotak.pdf>.
- [2] F. Akbar, A. N. Rais, I. A. Sobari, R. A. Zuama, and B. Rudiarto, "Analisis Performa Algoritma Naive Bayes Pada Deteksi Otomatis Citra Mri," *JITK (Jurnal Ilmu Pengetah. dan Teknol. Komputer)*, vol. 5, no. 1, pp. 37–42, 2019, doi: 10.33480/jitk.v5i1.586.
- [3] H. Rajini.N, "Automatic Classification of MR Brain Tumor Images using Decision Tree," *IJCA Spec. Issue Int. Conf. Electron. Commun. Inf. Syst.*, no. Iceci 12, pp. 10–13, 2012, [Online]. Available: ISSN 1613-0073.
- [4] D. S. Reddy, C. N. Harshitha, and C. M. Belinda, "Brain tumor prediction using naïve Bayes' classifier and decision tree algorithms," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 1.7 Special Issue 7, pp. 137–141, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i1.7.10634.
- [5] M. Computing, P. Dang, and J. Pruthi, "Detection of Brain Tumor from MRI Images Using MATLAB," vol. 5, no. 2, pp. 174–179, 2016.
- [6] Y. Cheng, R. Morshed, B. Auffinger, A. L. Tobias, and M. S. Lesniak, "Multifunctional Nanoparticles for Brain Tumor Diagnosis and Therapy," *Adv. Drug Deliv. Rev.*, vol. 66, no. 773, pp. 42–57, 2014, doi: 10.1016/j.addr.2013.09.006.Multifunctional.
- [7] D. P. Prabowo, K. Latifah, and R. A. Pramunendar, "Pelacakan Dan Segmentasi Objek Bergerak Menggunakan Metode K-Means Clustering Berbasis Variasi Jarak," *J. Inform. Upgris*, vol. 5, no. 1, pp. 1–5, 2019, doi: 10.26877/jiu.v5i1.2818.
- [8] J. Naik and P. S. Patel, "Tumor Detection and Classification Using Decision Tree in Brain MRI," *Int. J. Eng. Dev. Res.*, vol. 14, no. 6, pp. 49–53, 2013.
- [9] P. I. Lestari, D. E. Ratnawati, and L. Muflikhah, "Implementasi Algoritme K-Means Clustering Dan Naive Bayes Classifier Untuk Klasifikasi Diagnosa Penyakit Pada Kucing," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 3, no. 1, pp. 968–973, 2019.
- [10] Y. W. Pamungkas, A. Adiwijaya, and D. Q. Utama, "Klasifikasi Gambar Gigitan Ular Menggunakan Regionprops dan Algoritma Decision Tree," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 2, p. 69, 2020, doi: 10.30865/json.v1i2.1789.
- [11] Z. Muda, W. Yassin, M. N. Sulaiman, and N. I. Udzir, "K-Means Clustering and Naive Bayes Classification for Intrusion Detection," *J. IT Asia*, vol. 4, no. 1, pp. 13–25, 2016, doi: 10.33736/jita.45.2014.
- [12] H. T. Zaw, N. Maneerat, and K. Y. Win, "Brain tumor detection based on Naïve Bayes classification," *Proceeding - 5th Int. Conf. Eng. Appl. Sci. Technol. ICEAST 2019*, pp. 1–4, 2019, doi: 10.1109/ICEAST.2019.8802562.
- [13] "Brain MRI Images for Brain Tumor Detection".kaggle.com. 14 April 2019. 19 Oktober 2019. <https://www.kaggle.com/navoneel/brain-mri-images-for-brain-tumor-detection>.