

Analisa citra MRI otak dengan watershed dan ekstraksi fitur GLCM

Aulia Tegar Rahman¹ dan Astika Wulansari^{*2}

- 1 Badan Pendapatan, Pengelolaan Keuangan dan Aset Daerah Kabupaten Grobogan
Jl. S.Parmar No.23 Lantai 1-2, Purwodadi, Grobogan, Jawa Tengah 58111
aulia.tegar.rahman@bppkad.grobogan.go.id
- 2 SMK Negeri 5 Sukoharjo
Tiyaran, Kec. Bulu, Kab. Sukoharjo, Jawa Tengah 57563
astikawulansari02@guru.smk.belajar.id

Abstrak

Tumor otak merupakan infeksi berupa jaringan yang tidak diinginkan dan sangat membahayakan. Sangat sulit untuk membedakan jaringan tumor otak dari bagian otak lainnya. Deteksi dini tumor sangat penting untuk menyelamatkan nyawa pasien. Strategi segmentasi dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengurai area tumor otak dengan citra *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) otak. Hal ini merupakan terobosan yang penting untuk masa depan. Pencitraan resonansi magnetik merupakan bidang yang ekstrem dalam *image processing* karena tingkat presisi harus sangat tinggi sehingga dokter dapat memperoleh rekomendasi yang tepat tentang infeksi untuk menyelamatkan nyawa pasien. Citra MRI dapat digunakan untuk memberikan informasi pemisahan jaringan tumor otak. Segmentasi dari citra MRI dengan *median filtering* dan teknik *preprocessing* pengupasan tengkorak, *threshold grip* dengan *watershed* memperoleh hasil *contrast* 4,287, *correlation* 0,946, *homogeneity* 0,721, dan *energy* 0,278.

Kata Kunci citra otak, ekstraksi fitur GLCM, magnetic resonance imaging, median filtering, watershed

Digital Object Identifier 10.36802/jnanaloka.2022.v3-no2-39-46

1 Pendahuluan

Perkembangan sel-sel yang tidak diinginkan di dalam otak disebut tumor otak. Ada sel-sel yang membelah dan berkembang sehingga jaringan terus membesar dan tidak diinginkan. Hal ini yang disebut tumor. Sel kanker terus berkembang dan mempengaruhi jaringan otak. Ada dua jenis tumor otak, tumor jinak dan tumor berbahaya. Tumor jinak berkembang secara lambat, dan tumor berbahaya berkembang dengan cepat dan dapat menyebar ke otak yang mampu merusak sel-sel otak. Tumor berbahaya akan membebani otak di dalam tempurung kepala. Tidak semua sel tumor bersifat kanker, tetapi beberapa sel menjadi sangat berbahaya dan tidak aman untuk kehidupan pasien. Untuk mengidentifikasi area, bentuk dan ukuran jaringan tumor otak diperlukan beberapa citra *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) otak. Citra MRI mampu melepaskan atau memisahkan tumor otak dari otak secara keseluruhan [1]. Setiap tahun, lebih dari 125.000 orang dianalisis untuk penyakit tumor otak dengan angka kematian melebihi hampir mendekati 100.000 menurut *International Office for Investigate on Cancer* (IARC) [2]. Filter *Reverberation Imaging* jauh lebih unggul daripada metode

* Corresponding author.



scan lainnya seperti scan *Computed Tomography*. Hasil *scan* ini tidak mempengaruhi atau berdampak ke fungsi tubuh manusia yang lain karena tidak mengandung radiasi.

Mesin MRI bekerja dengan medan magnet padat dan gelombang radio untuk menghasilkan citra yang memiliki informasi penting di dalamnya [3]. Segmentasi citra ini menggambarkan bentuk dan ukuran tumor. Data yang digunakan untuk segmentasi berbasis intensitas menggunakan *thresholding* [4]. Untuk mengolah, dan menampilkan data tentang citra medis dapat menggunakan *Advanced Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) [5]. Segmentasi citra medis dapat mempartisi atau mengisolasi citra digital menjadi bagian-bagian dari kumpulan piksel yang berbeda. Tahap awal adalah *preprocessing* di mana mengatur dasar-dasar citra untuk pengolahan lebih lanjut dengan beberapa strategi penting, proses selanjutnya menggunakan *median filtering* untuk menghindari *noise* yang tidak diinginkan.

Penelitian ini memiliki fokus pada proses *preprocessing* di mana hasilnya analisisnya digunakan pada proses selanjutnya seperti klasifikasi. Penelitian ini melakukan proses ekstraksi tumor otak dan menghitung fitur GLCM. Dalam langkah *preprocessing*, *noise* dihilangkan dari citra dengan bantuan *median filtering*. Kemudian daerah intensitas maksimum yang didefinisikan sebagai daerah tumor dapat ditentukan [5]. Setelah itu fitur GLCM dapat diekstraksi dan dilakukan analisis penghitungan *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity* [6]. Citra MRI yang telah disimpan dalam susunan DICOM dapat diubah dalam .jpg sehingga penanganannya lebih mudah [5].

2 Metodologi

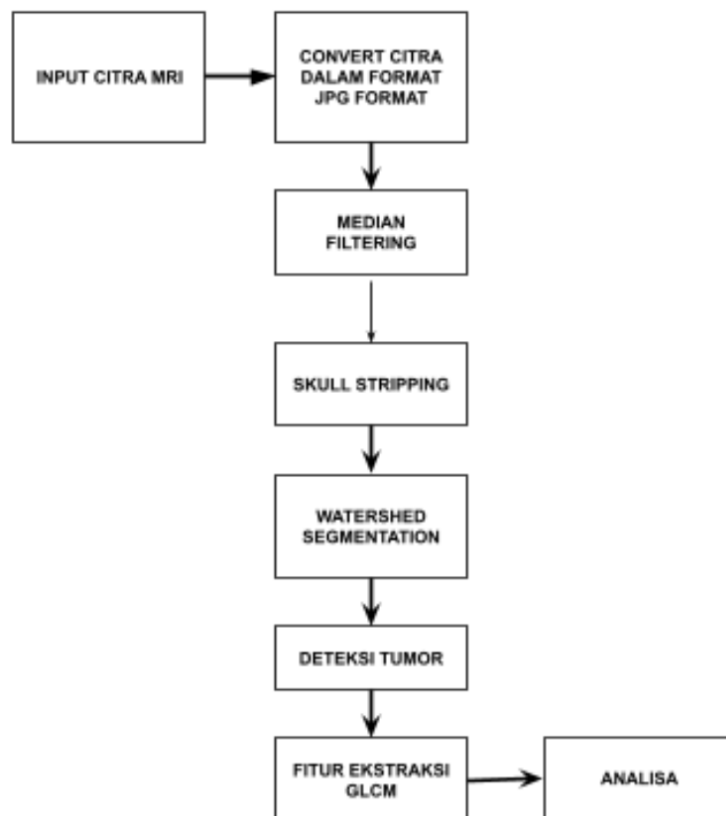
Tahap ini menjelaskan bagaimana metode segmentasi tumor otak dari citra MRI. Metode pembagian tumor otak meliputi *median filtering* (*pre-processing*), *thresholding*, segmentasi *watershed*, dan setelah itu ekstraksi *highlight* GLCM. Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan bahasa pemrograman Python, alur deteksi tumor dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.

Citra tumor otak yang didapat MRI merupakan citra 8 bit. Citra MRI memiliki beberapa data kecerahan yang bergeser dari 255 dimana '0' mewakili warna gelap dan '255' mewakili warna putih [1]. Ukuran citra ini adalah 512 x 512 piksel. Citra *greyscale* bisa memberikan informasi data tingkat kecerahan di dalamnya.

Median filtering adalah strategi penting untuk menghilangkan *noise*, dan menghaluskan citra. *Noise* pada citra MRI setelah direkam atau dipindahkan ke perangkat lain [5]. Evakuasi *noise* dimulai dengan langkah *preprocessing* untuk meningkatkan kualitas citra pada proses selanjutnya. Metode *median filtering* mengatur nilai piksel dengan nilai tengah dari piksel terdekat. Dengan proses *filtering*, piksel suatu citra dapat diubah atau ditingkatkan [7]. Pertama-tama, nilai median sebuah citra harus diperoleh untuk memeriksa nilai piksel. Setelah itu nilai median dihitung dengan memilih nilai tengah untuk mengubah tingkat intensitas piksel (x, y) . Persamaan untuk *median filtering* ditampilkan dalam persamaan 1.

$$y[m, n] = \text{median}\{x[t, f]\}, (t, f) \in \omega \quad (1)$$

Persamaan 1 menunjukkan area yang ditentukan *user*, pada area $[m, n]$ pada sebuah citra MRI. Diproses dengan *median filtering*, efek ini akan bekerja terus pada sebuah citra MRI. Pada gambar 2 tampak citra MRI terlihat kabur, hal ini menunjukkan bahwa *median filtering* dapat digunakan pada citra ini untuk menghilangkan *noise*. Terdapat tiga jenis *noise* paling penting yang terjadi dalam citra MRI, yaitu *noise* Gaussian, *noise* Rician dan *noise* Rayleigh. Jenis *noise* dapat dihitung dengan ukuran *signal-to-noise ratio* (SNR). Ketika



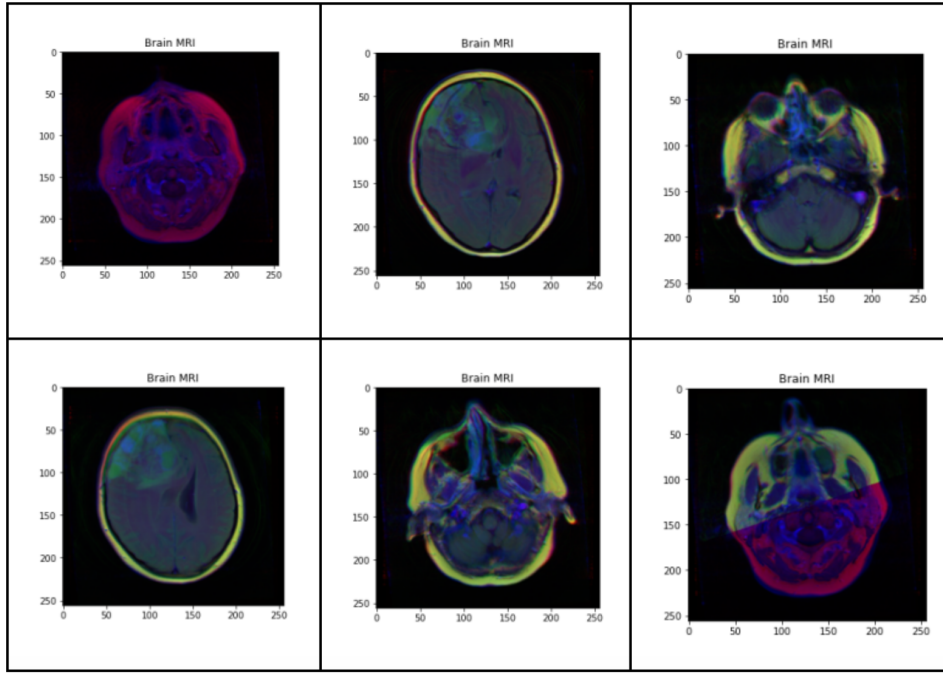
■ **Gambar 1** Flowchart Deteksi dan klasifikasi tumor otak.

SNR lebih menonjol dari 2 disebut *noise* Gaussian sedangkan SNR cenderung nol, disebut *noise* Rayleigh. Teknik *median filtering* untuk menghilangkan *noise* yang terjadi dalam citra MRI dengan menggunakan Python.

Skull stripping digunakan untuk memisahkan atau mengeluarkan area tengkorak seperti tulang pada sebuah citra MRI. Strategi ini mencakup operasi morfologi di mana terjadi disintegrasi dan dilatasi. Teknik *skull stripping* bekerja dengan memotong tengkorak dari sebuah citra MRI untuk mengekstraksi zona otak. Hasil akhir dari metode ini pada dasarnya tergantung pada eksperimen dan finalisasi parameter gambar [3]. Pengupasan tengkorak dilakukan dengan bantuan operasi morfologi. Operasi morfologi merupakan operasi yang umum dikenakan pada citra biner (hitam-putih) untuk mengubah struktur bentuk objek yang terkandung dalam citra. Selanjutnya citra MRI diproses dengan metode *twofold thresholding*. Pada teknik ini digunakan operasi morfologi, disintegrasi dan pelebaran. Teknik lain yang bisa digunakan untuk memisahkan area tengkorak, antara lain *seed development technique*, prosedur superimposisi, metode histogram berbasis *thresholding*, penyebaran anisotropik, dan strategi pengeditan.

Teknik *Watershed segmentation* tumor otak digunakan untuk mengidentifikasi dasar citra MRI. Setelah *preprocessing*, sistem mendefinisikan piksel-piksel yang ada pada tepi citra MRI dan ditampilkan sebagai kontur. Teknik ini menghasilkan hasil fragmen yang jauh lebih baik. Jika citra memiliki tepi yang sangat jelas maka teknik ini dapat digunakan sebagai pedoman karena tepi menjadi sangat jelas dalam memberikan pemisahan pada sebuah citra.

Penelitian ini melakukan partisi atau memecah area atau lokasi tumor otak dari sebuah



■ **Gambar 2** Contoh Gambar Otak MRI.

citra MRI. Penggunaan *Watershed segmentation* membantu citra MRI mampu menghasilkan piksel tingkat konsentrasi yang lebih tinggi dari citra sebelumnya di mana menyajikan nilai konsentrasi tertentu yang tertinggi di semua area citra. Area ini didefinisikan sebagai tumor otak. *Watershed segmentation* merupakan teknik penting untuk mengubah citra ke dalam *greyscale*. Metode ini dilakukan untuk membagi citra, menjadi dua area atau objek menjadi saling berdekatan satu dengan lainnya. Dalam teknik *watershed segmentation*, nilai *threshold* diambil sebagai nilai minimum intensitas suatu citra. Nilai konsentrasi dari setiap piksel citra MRI dibandingkan dengan nilai ambang batas atau nilai terkecil dari citra MRI yang harus diproses.

Feature extraction GLCM untuk memunculkan *highlight* dari citra MRI dengan menggunakan *Dark Level Co-occurrence Lattice* (GLCM). Teknik ini menghitung *highlight* sebuah citra MRI seperti *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity* yang ditunjukkan di bawahnya [5]. Piksel sebuah citra MRI adalah x dan y dan ukuran GLCM adalah (k) dan peluang munculnya piksel dalam kondisi P_{xy} .

1. Contrast : Merupakan peningkatan piksel pada citra MRI dan piksel sekitarnya.

$$contrast = \sum_{x,y=0}^{k=1} P_{xy}(x-y)^2 \quad (2)$$

2. Correlation : Hubungan antara data piksel dari sebuah citra MRI.

$$correlation = \sum_{x,y=0}^{k=1} P_{xy} \frac{(x-\mu)(y-\mu)}{\sigma^2} \quad (3)$$

3. Energy : Menyajikan hubungan antara piksel sebuah citra MRI dan mencirikan pengun-

langan piksel yang memiliki nilai yang sama.

$$energy = \sum_{x,y=0}^{k=1} (P_{xy})^2 \quad (4)$$

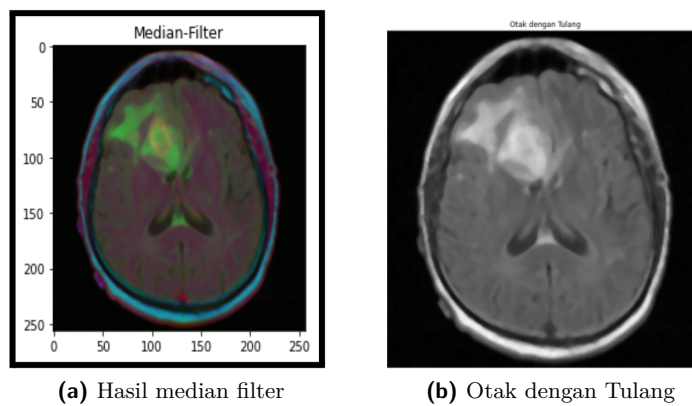
4. Homogeneity: Mencirikan wilayah di mana sebuah citra harus diproses [8] [8].

$$homogeneity = \sum_{x,y=0}^{k=1} -\ln(P_{xy})P_{xy} \quad (5)$$

Pada tahap selanjutnya adalah proses klasifikasi [9]. Metode klasifikasi yang digunakan adalah Support Vector Machine (SVM) untuk memberikan hasil yang efisien. Pada penelitian ini beberapa *highlight* dihitung pada citra otak MRI, yakni *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity* [6]. Prosedur klasifikasi adalah dengan ekstraksi fitur dengan GLCM, dataset MRI disiapkan dan dilakukan klasifikasi SVM kemudian dataset diisolasi berdasarkan citra tumor dan citra tipikal. Pada klasifikasi SVM, beberapa *highlight* citra seperti GLCM dihitung. Kemudian, semua citra diklasifikasikan menggunakan nilai-nilai tersebut, selanjutnya akan diklasifikasikan ke dalam kelas yang berbeda. Citra MRI tersebut diambil dari situs www.kaggle.com, dan www.figshare.com dan semua gambar ini memiliki 256 x 256 piksel dan tingkat skala redup 8-bit.

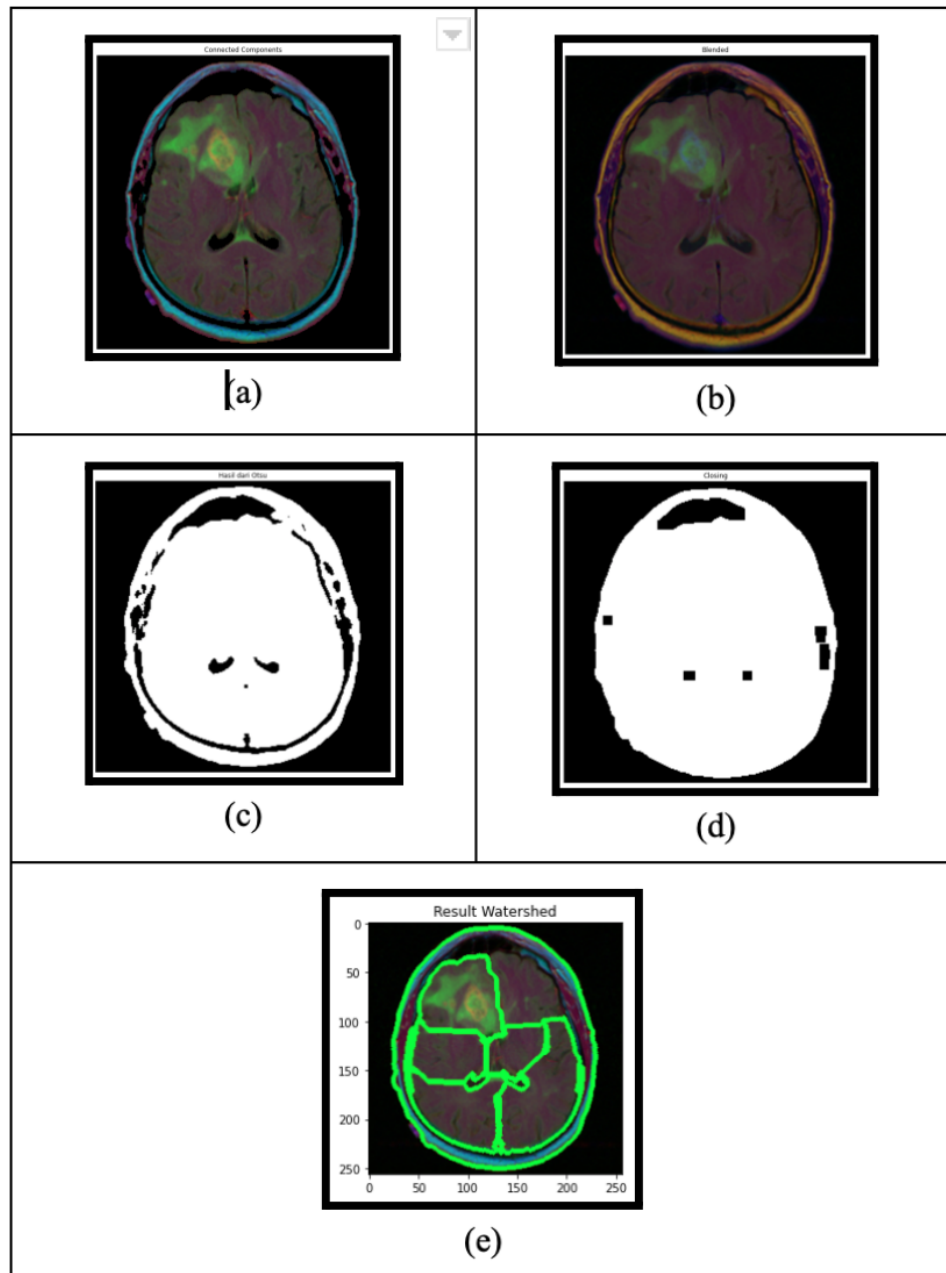
3 Hasil dan pembahasan

Penelitian sebelumnya tentang segmentasi area tumor otak menggunakan MRI, beberapa peneliti menggunakan metode segmentasi *watershed*, sehingga dapat diperoleh area tumor yang tersegmentasi [4]. Dalam penelitian ini menggunakan model AGResU-Net untuk segmentasi tumor otak MRI [10]. Keunggulan AGResU-Net selain mengekstrak informasi semantik adalah lebih memperhatikan informasi tumor otak skala kecil. Metode segmentasi fuzzy dibandingkan dalam penelitian [11]. Segmentasi *fuzzy* yang digunakan adalah *fuzzy c-means*, modifikasi *robust fuzzy c-means*, *kernel generalized fuzzy c-means clustering* dan *picture fuzzy clustering*. Penelitian ini telah menyelesaikan metode untuk mendeteksi lokasi tumor dari 36 citra MRI otak menggunakan operasi morfologi untuk *skull stripping* dan teknik *watershed segmentation*. Contoh hasil dari proses *median filtering* dan pemotongan tengkorak adalah tertampil pada gambar 3.



Gambar 3 Hasil dari proses *median filtering* dan pemotongan tengkorak

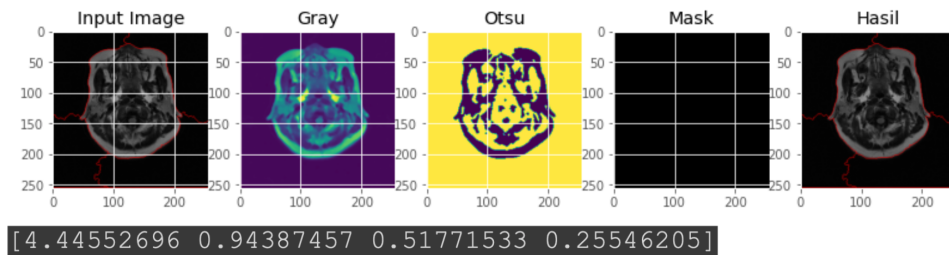
Pada gambar 4, disajikan proses dari citra input sampai pada citra hasil akhir. Sehingga pada citra akhir seperti pada gambar 4-(e) dapat dilihat citra otak dengan yang tersegmentasi.



■ **Gambar 4** Proses *Watershed Segmentation* a) Gambar Input ; b) Gambar Gray; c) Otsu; d) *Skull Stripping*; e) Hasil dari *Watershed*.

Proses penghitungan terbaik GLCM citra MRI yaitu *dissimilarity*, *correlation*, *homogeneity*, dan *energy* setelah 5 kali percobaan didapatkan hasil seperti pada gambar 5 dan hasil setiap eksperimen tertampil pada tabel 1. Hasil penelitian telah mendeteksi wilayah tumor untuk semua gambar yang memiliki tumor. Peningkatan piksel mencapai 4.45 pada citra MRI dan piksel sekitarnya. Hubungan antara data piksel mencapai 0.943. Kemampuan

mencirikan wilayah di mana sebuah citra harus diproses mencapai 0.517. Dan kemampuan mencirikan pengulangan piksel yang memiliki nilai sama mencapai 0.255.



Gambar 5 Hasil *watershed segmentation* dan penghitungan GLCM.

Tabel 1 Sebaran dataset

percobaan	dissimilarity	correlation	homogeneity	energy	rata-rata	deviasi
1	1.911	0.976	0.682	0.290	0.964	0.690
2	3.429	0.936	0.610	0.240	1.303	1.445
3	2.762	0.959	0.526	0.163	1.102	1.153
4	2.823	0.983	0.406	0.146	1.089	1.207
5	4.445	0.943	0.517	0.255	1.54	1.957

4 Kesimpulan

Deteksi tumor otak merupakan teknik yang penting dalam dunia *image processing* dalam dunia medis. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa segmentasi wilayah tumor otak, median *filtering* dan *skull stripping* harus dilakukan pada tahap *preprocessing* karena citra MRI memiliki *noise* dan tengkorak memiliki intensitas yang sama dengan otak daerah tumor. Perhitungan fitur GLCM dari gambar seperti *dissimilarity*, *correlation*, *homogeneity*, dan *energy* diperoleh dan citra mampu menunjukkan area tumor dan bukan tumor yang selanjutnya citra dapat diklasifikasikan menggunakan *classifier* seperti: gambar dengan dan tanpa tumor.

Pustaka

- 1 M. U. Khan, H. Khan, A. Arshad, N. K. Baloch, A. Shaheen, and F. Tariq, "Brain tumor detection based on magnetic resonance imaging analysis using segmentation, thresholding and morphological operations," in *2021 6th International Multi-Topic ICT Conference (IMTIC)*, 2021, doi: 10.1109/IMTIC53841.2021.9719773. pp. 1–6.
- 2 A. Wulandari, R. Sigit, and M. M. Bachtiar, "Brain tumor segmentation to calculate percentage tumor using mri," in *2018 International Electronics Symposium on Knowledge Creation and Intelligent Computing (IES-KCIC)*. IEEE, 2018, doi: 10.1109/KCIC.2018.8628591. pp. 292–296.
- 3 M. Brummer, R. Mersereau, R. Eisner, and R. Lewine, "Automatic detection of brain contours in mri data sets," *IEEE Transactions on Medical Imaging*, vol. 12, no. 2, pp. 153–166, 1993.

- 4 A. Hussain and A. Khunteta, "Semantic segmentation of brain tumor from mri images and svm classification using glcm features," in *2020 Second International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*. IEEE, 2020, doi: 10.1109/ICIRCA48905.2020.9183385. pp. 38–43.
- 5 B. Radhakrishnan, L. P. Suresh *et al.*, "Tumor region extraction using edge detection method in brain mri images," in *2017 International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT)*. IEEE, 2017, doi: 10.1109/ICCPCT.2017.8074326. pp. 1–5.
- 6 R. Vinoth and C. Venkatesh, "Segmentation and detection of tumor in mri images using cnn and svm classification," in *2018 Conference on Emerging Devices and Smart Systems (ICEDSS)*. IEEE, 2018, doi: 10.1109/ICEDSS.2018.8544306. pp. 21–25.
- 7 T. S. Kumar, K. Rashmi, S. Ramadoss, L. Sandhya, and T. Sangeetha, "Brain tumor detection using svm classifier," in *2017 Third International Conference on Sensing, Signal Processing and Security (ICSSS)*. IEEE, 2017, doi: 10.1109/SSPS.2017.8071613. pp. 318–323.
- 8 B. Arora, N. Bhagat, L. Saritha, and S. Arcot, "Rice grain classification using image processing & machine learning techniques," in *2020 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)*. IEEE, 2020, doi: 10.1109/ICICT48043.2020.9112418. pp. 205–208.
- 9 S. Bauer, R. Wiest, L.-P. Nolte, and M. Reyes, "A survey of mri-based medical image analysis for brain tumor studies," *Physics in Medicine & Biology*, vol. 58, no. 13, p. R97, 2013.
- 10 J. Zhang, Z. Jiang, J. Dong, Y. Hou, and B. Liu, "Attention gate resu-net for automatic mri brain tumor segmentation," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 58 533–58 545, 2020.
- 11 C. Ouchicha, O. Ammor, and M. Meknassi, "Unsupervised brain tumor segmentation from magnetic resonance images," in *2019 International Conference on Wireless Networks and Mobile Communications (WINCOM)*. IEEE, 2019, doi: 10.1109/WINCOM47513.2019.8942589. pp. 1–5.