

Tinjauan Algoritma RoI (Region of Interest) dengan Metode Pengembangan Otsu dan Klasterisasi K-Mean; Hasil dan Tantangannya

Didit Widiyanto¹

¹, Fakultas Ilmu Komputer

UPN Veteran Jakarta

Jl. RS Fatmawati Pondok Labu, Jakarta Selatan, Indonesia

didit.widiyanto89@gmail.com

Abstrak. Akurasi sebuah klasifikasi citra ditentukan oleh pengklasifikasi. Meskipun RoI (*Region of Interest*) tidak menentukan secara langsung akurasi, namun RoI menentukan lingkup klasifikasi citra. Terdapat tiga algoritma yang dapat digunakan sebagai algoritma RoI yaitu; *Balanced Histogram Thresholding* (BHT), algoritma Otsu, dan algoritma klasterisasi K-Means. Paper ini meninjau algoritma Otsu dan algoritma klasterisasi K-Means yang digunakan oleh lima peneliti. Dari ke lima peneliti; tiga peneliti menerapkan algoritma Otsu dan dua peneliti menerapkan algoritma K-Means sebagai algoritma RoI. Setelah operasi RoI, ke lima peneliti menerapkan algoritma GLCM (*Gray Level Co-occurrence Matrix*) sebagai pengekstraksi ciri tekstur. Hasil ekstraksi ciri diklasifikasi dengan menggunakan berbagai pengklasifikasi antara lain SVM (*Support Vector Machine*), *Naive Bayes*, dan *Decision Tree*. Akhirnya dengan membandingkan hasil dari ke lima peneliti, akurasi tertinggi diperoleh sebesar 100% dengan pengklasifikasi SVM menggunakan algoritma Otsu sebagai algoritma RoI, dan akurasi terendah adalah sebesar 52% yang menggunakan algoritma Otsu pada kanal S dari citra HSV (*Hue, Saturation Value*).

Kata Kunci: RoI, Region of Interest, Otsu, K-Mean

1 Pendahuluan

Di era Revolusi Industri 5.0, semakin banyak penerapan aplikasi AI (*Artificial Intelligence*) dalam berbagai bidang kehidupan sehari-hari. Sebagai contoh paling mudah adalah penerapan AI pada *smartphone* maupun pada beberapa aplikasi dengan platform mikrokontroler seperti *Arduino UNO* dan *RaspberryPi*. Aplikasi tersebut menggunakan data masukan yang diterima dari berbagai sensor tergantung pada sumber datanya. Berdasarkan jenis datanya, terdapat data yang statis maupun data yang berubah secara dinamis dari waktu ke waktu. Contoh paling mudah dalam data statis adalah citra dan data dinamis adalah suara dan video (untuk citra dinamis) yang berupa data time series.

Pengambilan citra sebagai masukan oleh kamera, dalam suatu citra pasti terdapat obyek pengamatan atau foreground dan background citra. Bila penempatan kamera sulit berdekatan dengan obyek pengamatan, maka yang terjadi adalah citra zoom out alias citra dengan obyek pengamatan yang lebih kecil (lebih sempit) dari background citra. Dalam aplikasi identifikasi plat nomor kendaraan, ukuran standar plat nomor kendaraan adalah 27,5 cm x 11 cm untuk sepeda motor, dan 43 cm x 13,5 cm untuk kendaraan roda 4 (mobil), sementara liputan penangkapan obyek kamera tentu lebih besar dari ukuran plat nomor kendaraan. Masalah timbul saat ingin mengenali hanya pada plat nomor kendaraan sebagai obyek interest pengamatan, karena terdapat citra background yang akan membuat bias proses pengenalan obyeknya. Sebagai solusinya dalam pengolahan citra digital atau DIP (*Digital Image Processing*), terdapat proses yang disebut RoI (*Region of Interest*).

RoI (*Region of Interest*) adalah proses segmentasi citra pada DIP (*Digital Image Processing*) yang bertujuan untuk memisahkan atau menghilangkan *background*, sehingga *foreground* atau obyek pengamatan mudah dianalisa. Dalam RoI, *background* akan menjadi area berwarna hitam (bernilai intensitas 0) sementara *foreground* dipertahankan (bernilai intensitas 1). Setidaknya terdapat 3 algoritma segmentasi citra yang penting, pertama adalah algoritma BHT (*Balanced Histogram Thresholding*), kedua adalah algoritma OT (*Otsu Thresholding*) dan ketiga adalah algoritma dengan klasterisasi K-Means.

BHT (*Balanced Histogram Thresholding*) adalah algoritma pengambangan citra otomatis sederhana yang diperkenalkan oleh Anjos [1]. BHT mengasumsikan citra dibagi menjadi dua kelas, background dan foreground. BHT mencoba menemukan ambang optimum yang membagi histogram citra menjadi dua kelas. Metodenya adalah dengan memeriksa bobot histogram dan memindahkan bobot dari sisi yang lebih berat hingga menjadi lebih ringan, dilakukan terus menerus hingga tercapai keseimbangan bobot histogram.

Mirip dengan BHT, metode segmentasi citra kedua adalah OT (*Otsu Thresholding*). OT atau sering pula disebut metode Otsu diperkenalkan pertama kali oleh Nobuyuki Otsu [2]. Otsu dapat membentuk pengambangan citra secara otomatis. Secara sederhana dapat dikatakan algoritma menghasilkan nilai intensitas tunggal yang memisahkan piksel dari dua kelas obyek foreground dan background. Metode penentuan ambang ditentukan berdasarkan varian minimal intensitas dalam kelas, atau ekuivalensi berdasarkan varian maksimal antar kelas. Algoritma di bawah ini adalah contoh algoritma Otsu dalam MATLAB atau Octave.

```
function level = otsu(histogramCounts)
    total = sum(histogramCounts); % total number of pixels in the image
    %% OTSU automatic thresholding
    top = 256;
    sumB = 0;
    wB = 0;
    maximum = 0.0;
    sum1 = dot(0:top-1, histogramCounts);
    for ii = 1:top
        wF = total - wB;
        if wB > 0 && wF > 0
            mF = (sum1 - sumB) / wF;
            val = wB * wF * ((sumB / wB) - mF) * ((sumB / wB) - mF);
            if ( val >= maximum )
                level = ii;
                maximum = val;
            end
        end
        wB = wB + histogramCounts(ii);
        sumB = sumB + (ii-1) * histogramCounts(ii);
    end
end
```

Algoritma segmentasi citra ke-tiga adalah segmentasi dengan klasterisasi K-Means. Terdapat beberapa peneliti yang memperkenalkan algoritma K-Means; Lloyd[3], dan Forgey [4]. Selain Lloyd dan Forgey terdapat Friedman dan Rubin pada tahun 1957, serta McQueen pada tahun 1957. Lloyd adalah orang pertama yang menemukan ide *clustering* pada tahun 1957, namun baru dipublikasikan pada tahun 1982. Pada tahun 1965 Forgey telah mempublikasikan dengan teknik yang sama, sehingga beberapa sumber menyebutnya sebagai algoritma Lloyd-Forgey. *Matlab* sebagai perangkat lunak yang sering digunakan untuk komputasi bidang AI telah mendukung segmentasi citra metode K-Means. Algoritma di bawah ini adalah contoh algoritma K-Means dalam *Matlab*.

```

RGB = imread('kobi.png');
RGB = imresize(RGB,0.5);
imshow(RGB)
L = imsegkmeans(RGB,2); %segments image RGB into 2 clusters by performing
                        % k-means clustering and returns the segmented
                        % labeled output in L

B = labeloverlay(RGB,L);
imshow(B)
title('Labeled Image')

```

Paper ini meninjau metode yang digunakan sebagai algoritma RoI dari lima penelitian yang telah dilakukan oleh lima peneliti menggunakan dua algoritma dari tiga algoritma yang telah dideskripsikan di atas yaitu; segmentasi citra yaitu *Otsu Thresholding* dan Segmentasi K-Means. Metode yang digunakan oleh ke-lima peneliti dibahas dalam bab 2, bab 3 menjelaskan secara ringkas hasil penelitian yang dilakukan ke-lima peneliti tersebut, dan akhirnya bab 4 menyimpulkan penelitian dari ke-lima peneliti tersebut.

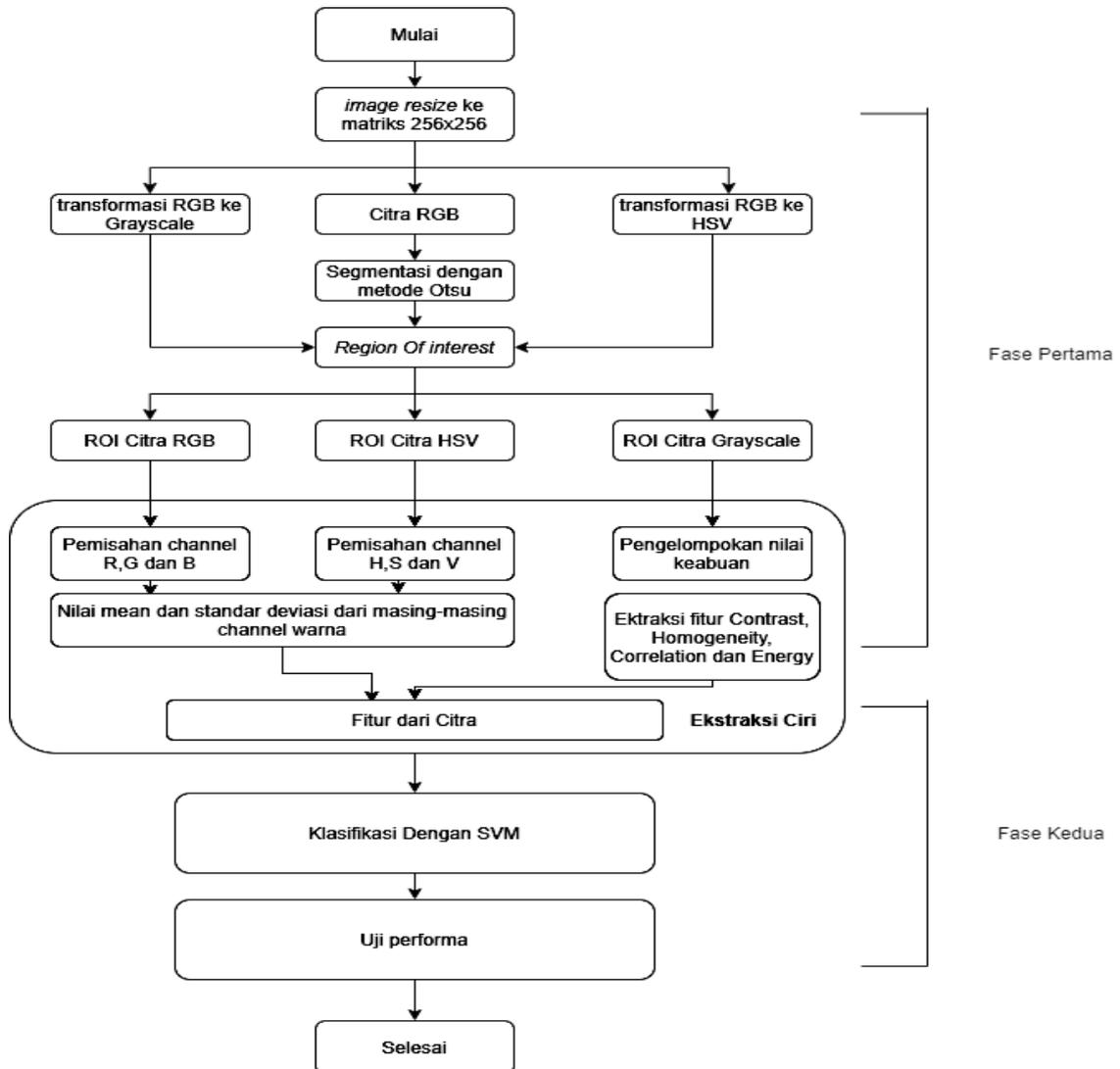
2 Bahasan Penelitian Terkait dan Metodologi Yang Digunakan

Terdapat lima peneliti yang telah menerapkan algoritma RoI dalam penelitiannya. Tiga peneliti memilih dengan menerapkan metode Pengambangan Otsu, dan dua peneliti memilih metode segmentasi K-Means. Penelitian dengan menerapkan Pengambangan Otsu digunakan untuk; analisa citra pada di bidang pertanian dilakukan oleh dua peneliti, dan analisa citra bidang kesehatan dilakukan oleh satu peneliti. Sementara penelitian dengan menggunakan metode segmentasi K-Means digunakan untuk bidang kesehatan dan bidang peternakan.

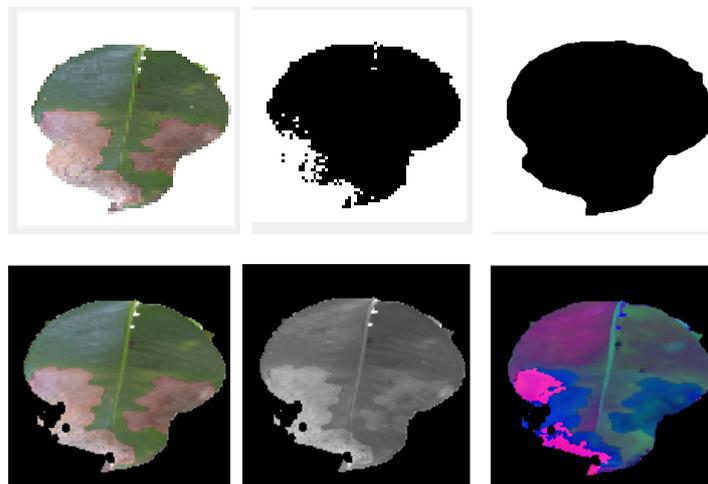
2.1 Penelitian algoritma RoI dengan metode Otsu Thresholding

Terdapat tiga peneliti yang menggunakan algoritma RoI dengan metode Otsu Thresholding atau nilai ambang Otsu, pertama adalah Sheffi[5,10] dalam penelitiannya yang berjudul “Klasifikasi Penyakit Pengorok Tanaman Daun Pada Tanaman Manggis Menggunakan Metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* dan *Support Vector Machine*” menggunakan algoritma RoI dengan metode *Otsu Thresholding* atau nilai ambang Otsu. Nilai ambang Otsu ditentukan dengan cara memilih ambang paling optimal di antara kanal R, G dan B. Selanjutnya GLCM (*Gray Level Co-occurrence Matrix*) digunakan sebagai pengekstrak ciri tekstur sebelum diklasifikasikan oleh SVM sebagai pengklasifikasi. Hasilnya adalah berupa akurasi sebesar 100% dengan pengklasifikasi SVM (*Support Vector Machine*) di mana akurasi terburuk 88% diperoleh dengan pengklasifikasi SVM dengan *kernel RBF (Radial Basis Function)*. Sementara peneliti kedua adalah Yunizar[6, 11] yang mana dalam penelitiannya berjudul “Identifikasi Keganasan Tumor Kulit Pada Citra Dermoskopi Dengan Metode *Support Vector Machine*” menggunakan metode RoI dengan pengekstraksi ciri GLCM dengan membandingkan algoritma *classifier* antara SVM dengan KNN (*K-Nearest Neighbor*). Dalam metode RoI nya, Yunizar menetapkan nilai ambang Otsu berdasarkan histogram citra *grayscale*. Sebagai hasil penelitian Yunizar adalah akurasi sebesar 76,9 persen. Dan akhirnya peneliti ketiga Permatasari [7,12] dalam penelitiannya yang berjudul “Klasifikasi Rempah Berdasarkan Ciri Warna RGB (*Red, Green Blue*) dan Tekstur GLCM Menggunakan Algoritma *Naive Bayes*” menggunakan pula metode *Otsu Thresholding* sebagai algoritma RoI.

Dalam penelitiannya Permatasari menetapkan nilai ambang Otsu berdasarkan histogram komponen S dari citra HSV (*Hue, Saturation, Value*) [7,12]. Hasil citra yang telah diproses RoI diekstrak cirinya dengan menggunakan metode GLCM pula. Namun yang membedakan dengan kedua peneliti lainnya adalah Permatasari menggunakan *Naive Bayes* sebagai metode *classifier*-nya, sedangkan akurasi yang diperoleh Permatasari adalah sebesar 52 persen

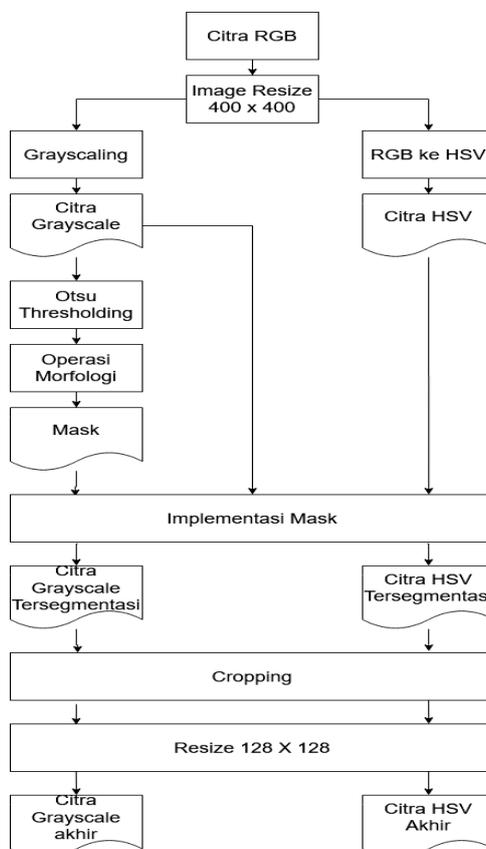


Gambar. 1. Metode penelitian Sheffi penggunaan metode Segmentasi Otsu pada citra warna RGB untuk membuat mask citra grayscale dan citra HSV (Hue Saturation Value) sebelum diekstrasi ciri.

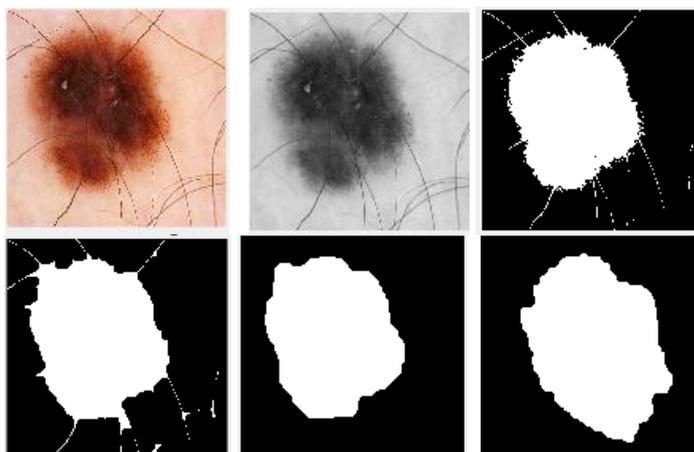


Gambar. 2. Citra asli (atas kiri), citra hasil segmentasi dengan nilai otsu (0,6902) (atas tengah), citra hasil morfologi (atas kanan), Roi citra rgb (bawah kiri), Roi citra biner (bawah tengah), dan Roi citra HSV (bawah kanan).

Penelitian Sheffi[5,10]. Sheffi dalam penelitiannya menerapkan otsu pada citra RGB untuk melakukan *masking* terhadap citra RGB, HSV dan *grayscale*. Tahapan yang dilakukan adalah pada citra asal RGB, pengembangan nilai otsu dilakukan pada setiap kanal R, G dan B. Selanjutnya nilai ambang diambil dari nilai ambang paling optimal di antara ke-tiga kanal tersebut (kanal R, G dan B) untuk menghasilkan citra biner. Berdasarkan citra biner yang dihasilkan dilanjutkan dengan operasi morfologi citra erosi dan dilasi. Gambar 1 mengilustrasikan metodologi penelitian yang dilakukan Sheffi, sedangkan hasilnya diilustrasikan dalam Gambar 2. Dalam Gambar 2, diilustrasikan secara lengkap citra asal, citra proses segmentasi dan citra hasil segmentasi.

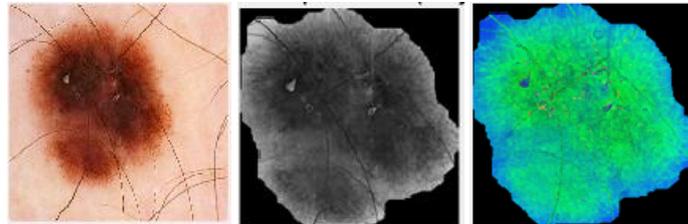


Gambar. 3. Metodologi penelitian dari peneliti Yunizar menggunakan metode Otsu pada citra *grayscale* untuk membuat dan melakukan *mask* pada citra *grayscale* dan citra HSV

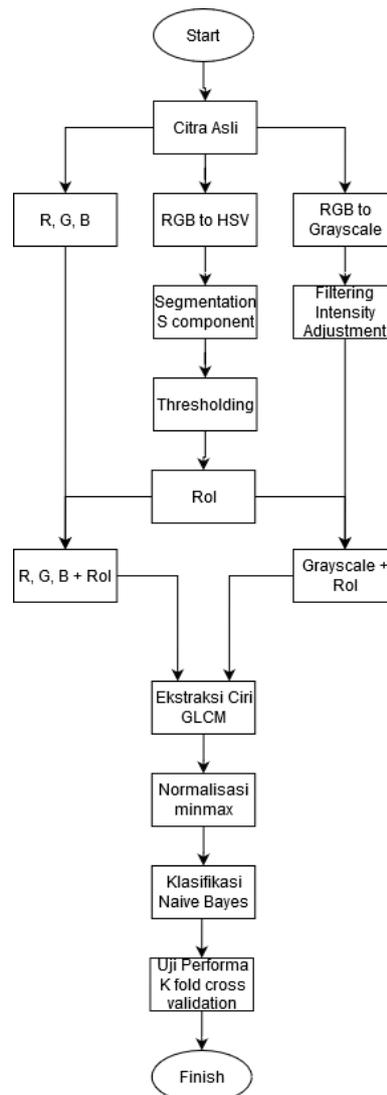


Gambar. 4. Citra asli (atas kiri), citra *grayscale* (atas tengah), citra tersegmentasi (atas kanan), operasi morfologi *closing* (bawah kiri), operasi morfologi *opening* (bawah tengah), dan operasi morfologi *border* (bawah kanan)

Penelitian Yunizar[6,11]. Yunizar dalam penelitiannya menerapkan algoritma Otsu pada citra *grayscale* untuk proses segmentasi (pembuatan *mask*). Selanjutnya *mask* diterapkan pada citra *grayscale* dan HSV. Metodologi penelitian Yunizar diilustrasikan dalam Gambar 3. Sementara Gambar 4 mengilustrasikan pembuatan *mask* pada citra dengan metode segmentasi pengambangan Otsu dan diikuti operasi morfologi *closing*, *opening* dan *border*. Hasilnya adalah citra tersegmentasi yang diilustrasikan dalam Gambar 5.

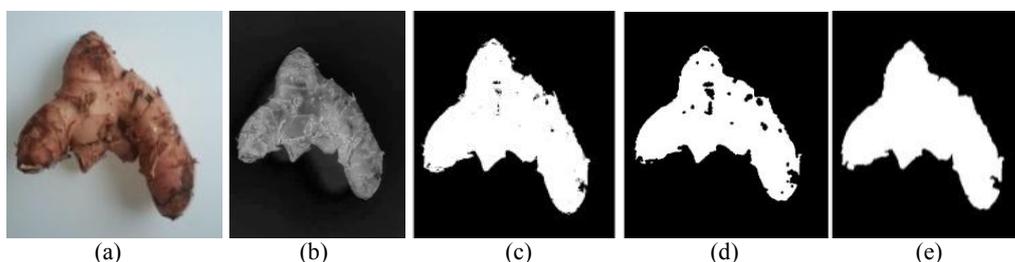


Gambar. 5. Citra asli (kiri), citra rgb tersegmentasi (tengah), dan citra HSV tersegmentasi (kanan)

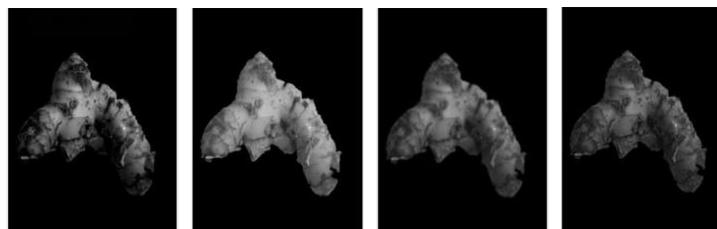


Gambar. 6. Metodologi penelitian dari peneliti Permatasari di mana thresholding menggunakan metode pengambangan Otsu dibuat dengan dasar histogram pada komponen (kanal) S dari citra HSV.

Penelitian Permatasari[7,12]. Bila pengembangan nilai Otsu umumnya dilakukan pada citra *grayscale*, pada penelitian Permatasari menerapkan pengembangan Otsu pada komponen kejenuhan warna yaitu S dari citra HSV. Untuk lebih jelasnya Gambar 6 mengilustrasikan metodologi penelitian Permatasari. Citra setiap tahap proses pembuatan mask citra diilustrasikan dalam Gambar 7. Diawali dari citra RGB, diambil komponen S dari citra HSV, pengembangan Otsu, diakhiri dengan operasi morfologi erosi dan dilasi. Hasil *masking* pada citra diilustrasikan pada Gambar 8 yaitu *masking grayscale*, *masking* citra pada setiap kanal R, G dan B.



Gambar. 7. Citra asli, citra saturasi komponen S dari HSV (b), citra biner dengan nilai otsu 0,298 (c), citra morfologi erosi (d), dan citra dilasi (e)

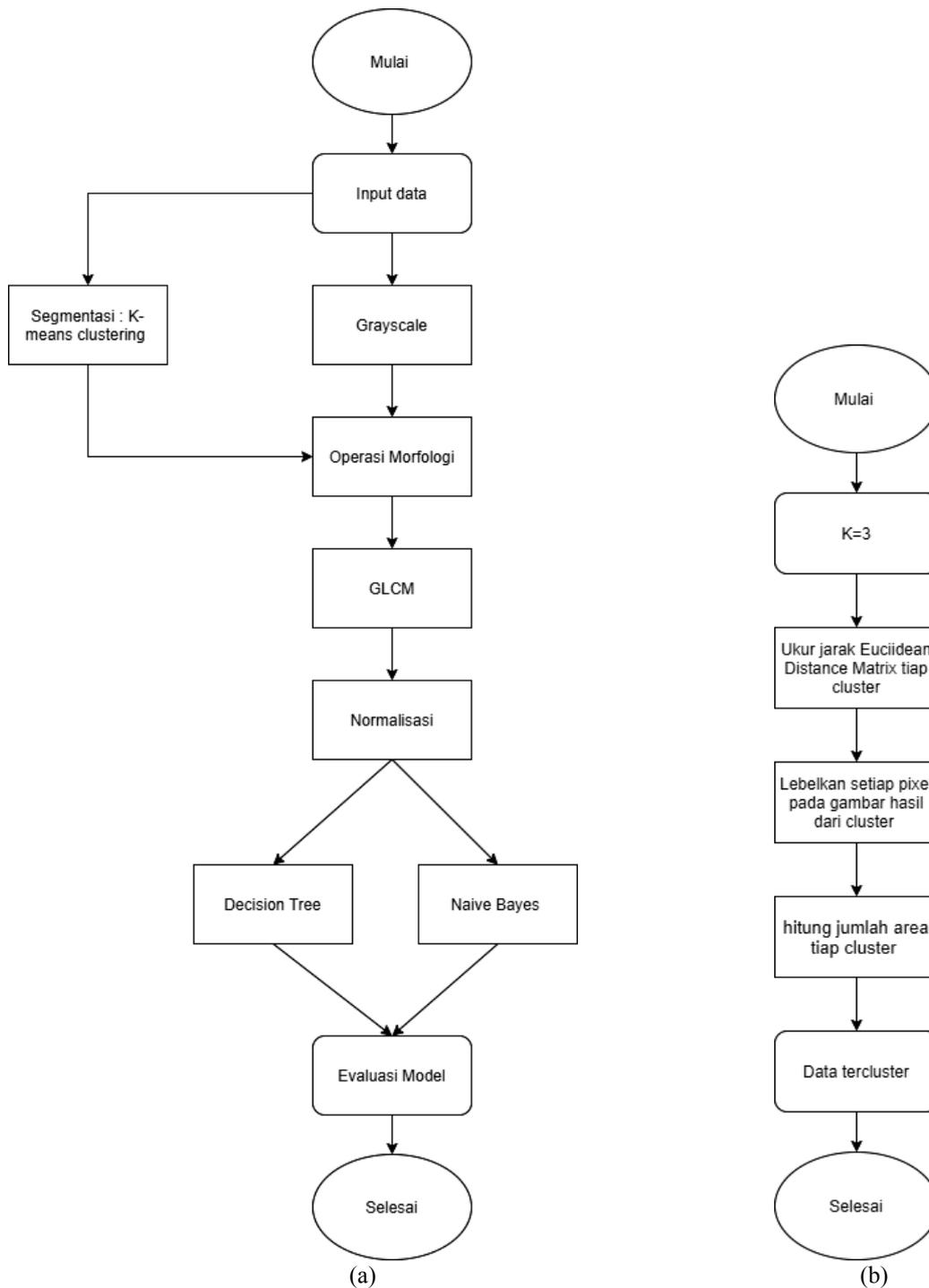


Gambar. 8. Berurut-turut dari kiri ke kanan adalah citra hasil *masking grayscale*, pada kanal R, pada kanal G, dan pada kanal B

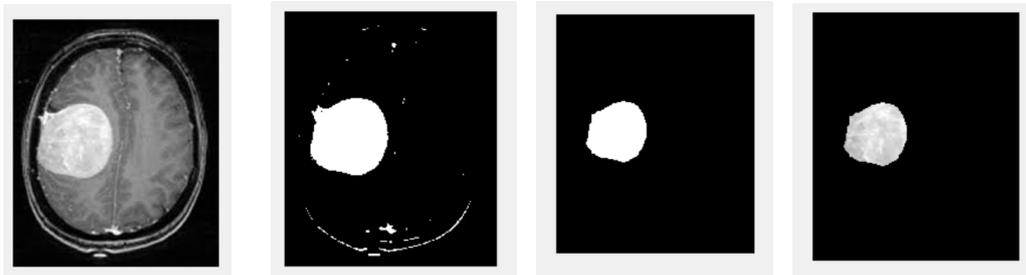
2.2 Penelitian algoritma RoI dengan metode K-Means

Metode RoI lainnya adalah metode segmentasi K-Mean. Terdapat dua peneliti yang melakukan penelitian dengan metode segmentasi K-Mean; pertama adalah Dilasari[8,13] dengan penelitiannya yang berjudul “Perbandingan Metode Decision Tree dengan Naive Bayes Dalam Klasifikasi Tumor Otak Citra MRI”. Dalam penelitiannya Dilasari menetapkan nilai $K=3$ pada metode K-Mean. Ini berarti klusterisasi 3 klaster. Anggota klaster terkecil (nilai klaster ter-rendah), dipilih sebagai ambang segmentasi yang menghasilkan citra tersegmentasi (citra biner). Selanjutnya menggunakan ekstraksi ciri yang sama yaitu GLCM, data tumor otak diklasifikasikan dengan pengklasifikasi *Decision Tree* dan dibandingkan dengan pengklasifikasi *Naive Bayes*. Peneliti kedua Bunga[9,14] yang berjudul “Klasifikasi Telur Omega-3 Menggunakan Metode *Support Vector Machine*” menggunakan metode yang sama yaitu K-Mean dengan menetapkan nilai $K=3$. Sama halnya dengan penelitian Dilasari, Bunga menggunakan metode GLCM sebagai pengekstrak ciri, namun perbedaannya adalah Bunga menggunakan SVM sebagai pengklasifikasinya. Hasilnya penelitian Dilasari dan Bunga masing-masingnya adalah 91 persen (dengan pengklasifikasi *Naive Bayes*) dan 67,3 persen (dengan pengklasifikasi SVM).

Penelitian Dilasari[8,13]. Dilasari dalam penelitiannya menerapkan metode RoI dengan menggunakan algoritma segmentasi dengan cara klusterisasi K-Mean. Gambar 9 (a) mengilustrasikan metodologi penelitian pada penelitian Dilasari, sedangkan Gambar 9 (b) mengilustrasikan alur proses segmentasi dengan memilih nilai $K=3$ (klusterisasi 3 klaster). Untuk ambang segmentasinya, ditentukan dari nilai pusat klaster dari ketiga klaster yang memiliki banyaknya anggota klaster paling sedikit (terkecil). Setelah segmentasi citra dengan metode K-Mean dilanjutkan dengan operasi morfologi citra (operasi erosi dan *fill holes*). Hasilnya adalah sebuah *mask* citra yang siap untuk dikalikan dengan citra *grayscale* sehingga citra terbentuk citra *grayscale* tersegmentasi. Gambar 10 mengilustrasikan citra asal *grayscale*, hasil proses segmentasi, proses morfologi erosi dan citra RoI atau citra *grayscale* ter-*masking*. Untuk hasil proses morfologi *fill holes* diilustrasikan pada Gambar 11.



Gambar. 9. (a). Metodologi penelitian Dilasari yang menerapkan algoritma segmentasi dengan pendekatan klasterisasi K-Mean untuk proses RoI-nya. (b). Alur proses segmentasi pada penelitian Dilasari dengan menggunakan metode klasterisasi K-Mean dengan nilai K= 3



Gambar. 10. Citra asli, hasil segmentasi, hasil morfologi erosi, hasil RoI

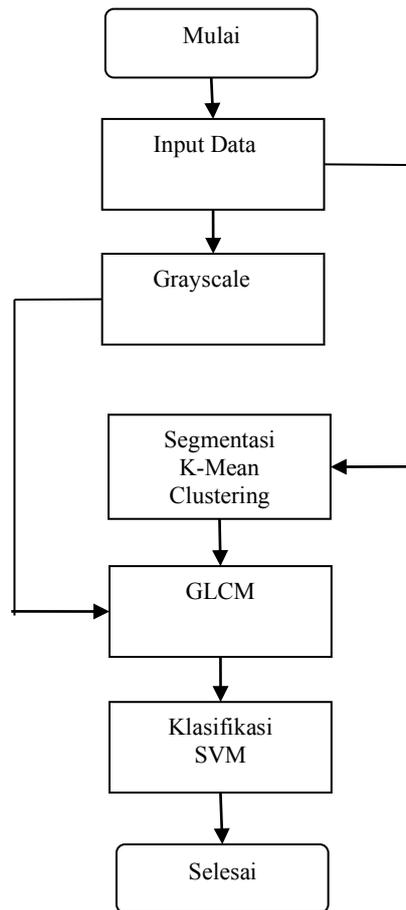


Gambar. 11. Citra hasil segmentasi (kiri) dan citra hasil operasi morfologi *fill holes* (kanan)

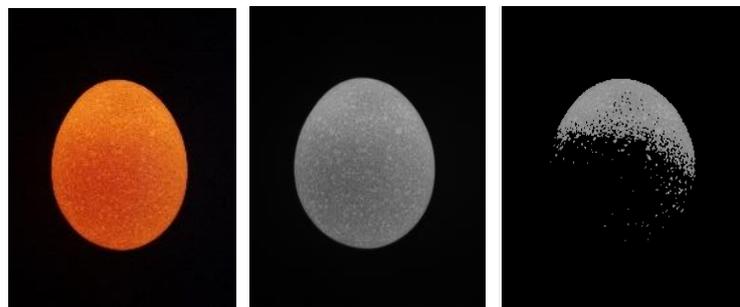
Penelitian Bunga[9,14]. Mirip dengan penelitian Dilasari, Bunga menerapkan pula segmentasi K-Mean clustering sebagai basis segmentasi untuk RoI-nya. Untuk lebih jelasnya Gambar 12 mengilustrasikan metodologi penelitian yang dilakukan oleh Bunga. Bunga dalam penelitiannya menjelaskan bahwa daerah yang tidak ter-*masking* ditentukan oleh klaster dengan anggota klaster terkecil (dalam penelitian Bunga adalah klaster 2) sebagaimana dideskripsikan dalam tabel 1. Hal yang menarik pada penelitian Bunga adalah setelah operasi segmentasi citra dengan metode K-Mean, Bunga tidak melakukan operasi morfologi. Akhirnya hasil citra *grayscale* yang tidak ter-*masking* diilustrasikan dalam Gambar 13.

Tabel 1. Banyaknya piksel yang tergabung pada tiap klaster, nilai pusat klaster dengan banyaknya anggota klaster terkecil (klaster 2) dijadikan nilai ambang area *masking*.

Area cluster	Jumlah pixel	Pusat cluster	
area cluster1	1419100844	2.52763023825525	3.75771240271425
area cluster2	158225837	73.8299170082992	23.1751824817518
area cluster3	375829569	114.153170119272	32.0932203389831



Gambar.12. Metodologi penelitian dalam penelitian yang dilakukan oleh Bunga.



Gambar. 13. Citra telur format citra rgb, citra *grayscale*, dan citra *grayscale* yang tidak *ter-masking*

3 Rangkuman Hasil Penelitian

Metodologi penelitian dari lima penelitian telah diulas. Lima penelitian yang diulas menggunakan data yang sama yaitu data citra dan bukan data video yang berupa data citra *time-series*, sehingga relatif dapat dikomparasikan atau dibandingkan.

Tabel 2. Rangkuman Hasil Penelitian dari lima peneliti

	Sheffi[5,10]	Yunizar[6,11]	Permatasari[7,12]	Dilasari[8,13]	Bunga[9,14]
DATA Citra dasar untuk membuat <i>mask</i>	Citra warna RGB ukuran 256 x 256 piksel, dievaluasi setiap kanal R, G, dan B sebagai basis segmentasi	Citra <i>grayscale</i> tumor kulit dengan resolusi spasial 400 x 400 piksel	Komponen S dari citra HSV rempah rimpang	Citra tumor otak warna RGB dari sumber internet *) dengan berbagai resolusi	Citra warna RGB dari obyek telur resolusi 250 x 250 piksel
Segmentasi	<i>Otsu Thresholding</i>	<i>Otsu Thresholding</i>	<i>Otsu Thresholding</i>	<i>K-Means Clustering</i>	<i>K-Means Clustering</i>
Basis segmentasi	Diambil dari nilai ambang paling optimal di antara kanal R, G dan B	Otsu dengan dasar histogram <i>grayscale</i>	Otsu dengan dasar histogram komponen S	Berdasarkan pada cluster dengan anggota terkecil	Berdasarkan pada cluster dengan anggota terkecil
Operasi Morfologi	Erosi dan dilasi	<i>Opening border</i> dan	Erosi dan dilasi	Erosi dan <i>fill-holes</i>	Tidak ada
Citra <i>ter-masking</i>	RoI Citra RGB RoI Citra HSV RoI citra <i>grayscale</i>	RoI Citra <i>grayscale</i> RoI citra HSV	RoI Kanal R, RoI Kanal G, RoI Kanal B, dan RoI citra <i>grayscale</i>	RoI citra <i>grayscale</i>	RoI citra <i>grayscale</i>
Ekstraksi Ciri	GLCM				
<i>Classifier</i>	SVM	SVM	<i>Naive Bayes</i>	<i>Decision Tree vs Naive Bayes</i>	SVM
Akurasi	SVM Linier dan Polynomial 100% SVM RBF 88% sd 100%	SVM RBF 76.9%	<i>Naive Bayes</i> 52%	<i>Decision Tree</i> 96% <i>Naive Bayes</i> 91 %	SVM dengan <i>kernel Polynomial</i> 67.3 %

Catatan : SVM (*Support Vector Machine*), RBF (*Radial Basis Function*)

*) Sumber : <https://www.kaggle.com/navoneel/brain-mri-images-for-brain-tumor-detection>

Tabel 2 mendeskripsikan rangkuman penelitian yang telah dilakukan dalam setiap penelitian tersebut. Dalam tabel tersebut dideskripsikan pula beberapa metode klasifikasi yang digunakan. Selain data yang digunakan, akurasi penelitian banyak ditentukan oleh metode pengklasifikasi yang digunakan, namun demikian RoI sebagai penentu lingkup (*scope*) dari citra dapat dikatakan secara tidak langsung berperan pula dalam menentukan akurasi citra.

Akurasi citra terbaik terdapat pada penelitian Sheffi dengan nilai akurasi bahkan hingga 100% untuk pengklasifikasi SVM dengan kernel Linier maupun kernel RBF. Sementara akurasi buruk terdapat pada penelitian Permatasari (akurasi 52%) dan penelitian Bunga (akurasi 67,3%). Pada penelitian Permatasari yang tampak berbeda adalah *masking* berdasarkan *histogram* dari komponen atau kanal S pada citra HSV, sementara *Naive Bayes* tidak dapat dikatakan buruk karena pada penelitian Dilasari yang menggunakan *Naive Bayes* pula terbukti dapat memberikan hasil yang baik yaitu 91%. Di sisi lain, keunikan pada penelitian Bunga adalah; Bunga tidak menerapkan operasi morfologi, akibatnya segmentasi menjadi tidak tegas alias terdapat beberapa lobang (bolong-bolong) pada sebagaimana telah diilustrasikan pada Gambar 13.

4 Kesimpulan

Selain data yang digunakan, akurasi dari proses klasifikasi lebih ditentukan pada metode pengklasifikasi yang digunakan, namun demikian pemilihan metode ROI secara tidak langsung akan menentukan akurasi yang dihasilkan. Belajar dari hasil lima penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa dasar penentuan ambang harus tepat sehingga membantu meningkatkan akurasi. Akurasi terbaik dicapai pada penelitian Sheffi dan Dilasari. Pada penelitian Sheffi akurasi dapat mencapai 100% (terburuk 88% untuk SVM *kernel* RBF) dengan menerapkan segmentasi Otsu, dan pada penelitian Dilasari akurasi yang tercapai adalah 91% dengan segmentasi *K-Means*. Akurasi Sheffi dan Dilasari adalah tinggi karena Sheffi menerapkan segmentasi Otsu dengan kombinasi operasi erosi dan dilasi, sementara pada penelitian Dilasari akurasi tinggi karena menerapkan segmentasi *K-Means* dengan diikuti operasi morfologi erosi dan *fill holes*. Pada penelitian Permatasari memberikan hasil buruk yaitu akurasi hanya 52%, perlu penelitian lebih lanjut untuk membuktikan apakah penggunaan kanal atau komponen S dari citra HSV sudah tepat atau bahkan akan memperburuk akurasi. Selain itu dari penelitian Bunga dengan hasil yang buruk pula (akurasi 67,3%) membuktikan bahwa tanpa segmentasi yang baik tidak akan terbentuk *mask* citra yang tegas. *Mask* citra yang tidak tegas akan terlihat citra yang tidak ter-*masking* menjadi banyak berlobang (bolong-bolong) dan ini akan menurunkan akurasi.

Referensi

- [1] Anjos. (2008). "BI-LEVEL IMAGE THRESHOLDING - A Fast Method", In Proceedings of the First International Conference on Bio-inspired Systems and Signal Processing, pages 70-76 DOI: 10.5220/0001064300700076
- [2] Otsu, Nobuyuki. (1979). "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms". IEEE Transactions on Systems, and Cybernetics, vol. SMC-9, No. 1, January 1979
- [3] Lloyd. (1982). "Least Squares Quantization in PCM". IEEE Transactions on Information Theory.
- [4] FORGEY, E. W. (1965). "Cluster analysis of multivariate data: efficiency versus interpretability of classifications. *Biometrics*", Vol. 21, 768-769.
- [5] Sheffi, Ramadhani. (2020). "Klasifikasi Penyakit Pengorok Tanaman Daun Pada Tanaman Manggis Menggunakan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix dan Support Vector Machine", Skripsi Mahasiswa Jurusan Informatika, UPN Veteran Jakarta.
- [6] Yunizar. (2020). "Identifikasi Keganasan Tumor Kulit pada Citra Dermoskopi dengan Metode Support Vector Machine", Skripsi Mahasiswa Jurusan Informatika, UPN Veteran Jakarta.
- [7] Permatasari, Nadya. (2020). "Klasifikasi Rempah Rimpang Berdasarkan Ciri Warna RGB Dan Tekstur GLCM Menggunakan Algoritma Naive Bayes", Skripsi Mahasiswa Jurusan Informatika, UPN Veteran Jakarta.
- [8] Dilasari, Suci. (2020). "Perbandingan Metode Decision Tree Dengan Naive Bayes Dalam Klasifikasi Tumor Otak Citra MRI", Skripsi Mahasiswa Jurusan Informatika, UPN Veteran Jakarta.
- [9] Bunga, Mareta. (2020). "Klasifikasi Telur Ayam Omega-3 Menggunakan Metode Support Vector Machine", Skripsi Mahasiswa Jurusan Informatika, UPN Veteran Jakarta.
- [10] Sheffi, Ramadhani. (2020). "Klasifikasi Penyakit Pengorok Tanaman Daun Pada Tanaman Manggis Menggunakan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix dan Support Vector Machine", Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SENAMIKA), 14 Agustus 2020, UPN Veteran Jakarta.
- [11] Yunizar. (2020). "Identifikasi Keganasan Tumor Kulit pada Citra Dermoskopi dengan Metode Support Vector Machine". Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SENAMIKA), 14 Agustus 2020, UPN Veteran Jakarta.
- [12] Permatasari, Nadya. (2020). "Klasifikasi Rempah Rimpang Berdasarkan Ciri Warna RGB Dan Tekstur GLCM Menggunakan Algoritma Naive Bayes", Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SENAMIKA), 14 Agustus 2020, UPN Veteran Jakarta.
- [13] Dilasari, Suci. (2020). "Perbandingan Metode Decision Tree Dengan Naive Bayes Dalam Klasifikasi Tumor Otak Citra MRI", Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SENAMIKA), 14 Agustus 2020, UPN Veteran Jakarta.
- [14] Bunga, Mareta. (2020). "Klasifikasi Telur Ayam Omega-3 Menggunakan Metode Support Vector Machine", Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SENAMIKA), 14 Agustus 2020, UPN Veteran Jakarta.