



Ekstraksi Ciri Citra Ultrasonografi Abdomen Menggunakan Metode Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM)

Matius Umbu Laga, Giner Maslebu^{*}, Andreas Setiawan

Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana

E-mail korespondensi : giner.maslebu@uksw.edu

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v17i2.6510>

Submitted: 18 Juni 2019; Accepted: 29 Januari 2020

ABSTRACT Ultrasonography is the most popular modality used for clinical applications to detect abnormalities related to abdominal organs such as the liver, kidneys, uterus and other organs. In the context of organ recognition, image processing techniques are needed to improve image quality without eliminating important information contained in it. The purpose of this study was to identify prominent features of organs found in regional 3 (left liver lobe), 6 (left kidney and spleen) and 8 (bladder and prostate) from the abdomen using active contour segmentation method for specific region of interest and grey level co-assurance matrix (GLCM) method for further analysis with features that are used: contrast, correlation, energy and homogeneity in the direction of 0° , 45° , 90° and 135° . From the whole GLCM data, it can be concluded that these organs have a high level of homogeneity because the contrast values are in range of 10^{-4} – 10^{-3} , which is close to ideal value 0, while energy and correlation are in the range of 0,9xx, or almost close to the ideal number, which is 1. The results of the study indicate that the features of GLCM can be used to identify organs in regions 3, 6 and 8 of human abdomen.

KEYWORDS : Abdomen; Ultrasound Image; GLCM.

PENDAHULUAN

Ultrasonografi (USG) saat ini merupakan modalitas yang paling populer digunakan untuk aplikasi diagnostik. Teknik pencitraan ini sering digunakan untuk mendeteksi kelainan yang berhubungan dengan organ perut seperti hati, ginjal, rahim dan organ lainnya (Srinivasan P & Gurupatham R., 2007; Kalyan at al., 2014). Pencitraan USG adalah salah satu modalitas pencitraan yang banyak digunakan karena biayanya yang murah, mudah digunakan, bersifat non-invasif, pencitraan *real time* dan paling portabel jika dibandingkan dengan modalitas pencitraan lain seperti *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), *Computed Tomography* (CT) dan *Positron Emission Tomography* (PET) (Virmani et al., 2013; Wan Mahani Hafizah Wan Mahmud, 2017). USG memanfaatkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi tinggi

antara 1 MHz sampai 30 MHz yang melebihi rentang pendengaran manusia untuk melihat organ atau jaringan tubuh manusia (Fatimah, Maslebu, & Trihandaru, 2018). Hal ini memungkinkan orang untuk memilih bidang yang tepat untuk menampilkan gambar anatomi organ yang akurat seperti hati, ginjal, pankreas dan organ lainnya (Srinivasan P & Gurupatham R., 2007). Umumnya citra USG diinterpretasi oleh dokter ahli atau tenaga medis yang mempelajarinya secara khusus. Hasil ultrasonografi berupa citra aras keabuan (*grayscale*) yang merupakan *echo* dari getaran ultrasonik yang dipantulkan oleh lapisan kulit dan organ bagian dalam tubuh manusia (Wibawanto at al., 2008). Tapi pada sisi negatifnya, citra USG memiliki kualitas yang rendah karena dipengaruhi oleh kualitas alat yang lama sehingga perlu dikalibrasi ulang, jenis USG dan *speckle noise*. Terutama *speckle*

noise disebabkan oleh kontak yang tidak tepat atau celah udara antara transduser dan bagian tubuh. Noise adalah variasi acak dalam pengukuran amplitudo sinyal gema yang terdeteksi dan menyebabkan fluktuasi kecerahan pada gambar ultrasound (Herliana, Sri Widodo, & Soesanti, 2012; Wan Mahani Hafizah Wan Mahmud, 2017).

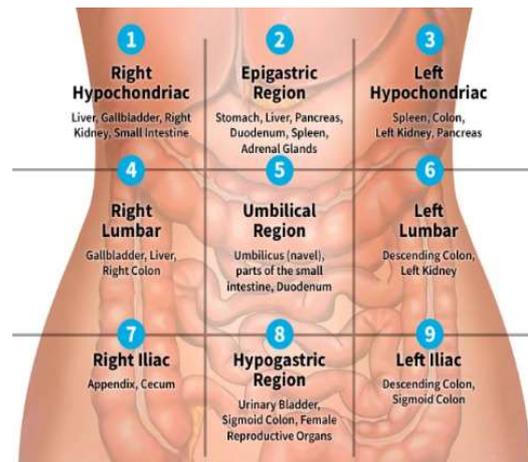
Oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas citra dari hasil USG, diperlukan beberapa teknik pengolahan citra untuk memperoleh informasi tersembunyi dari citra serta untuk mengekstraksi beberapa parameter atau fitur yang akan digunakan dalam mendiagnosis citra USG (Hafizah, Supriyanto, & Yunus, 2012). Dalam dunia medis informasi yang diperoleh dari citra organ dapat digunakan untuk mendiagnosis dan dapat dipelajari oleh orang non medis dalam mengenal karakteristik atau tekstur yang menonjol dari citra organ. Tekstur diwakili oleh distribusi spasial aras keabuan dalam sebuah gambar.

Salah satu metode yang sering digunakan dalam aplikasi medis adalah *metode gray level co-occurrence matrix* (GLCM). Beberapa riset yang telah dilakukan menunjukkan bahwa GLCM digunakan untuk klasifikasi citra dari CT-Scan dan MRI, bahkan metode dikombinasikan dengan teknik lain seperti *fractal analysis* dan jaringan syaraf tiruan (Redouan et al., 2014; Zulpe & Pawar, 2012). Tujuan dari penelitian ini adalah mengekstraksi ciri citra USG abdomen pada regional 3 yaitu organ lobus hati kiri, regional 6 yaitu ginjal kiri dan limpa dan regional 8 yaitu buli-buli dan prostat dengan menggunakan metode GLCM.

METODE PENELITIAN

Tahap Pengambilan Citra

Pengambilan data menggunakan pesawat USG bermerek *Mindray* model DP-10 dengan transduser model 35C50EB yang ditempelkan pada abdomen khusus pada regional *Hipokondrium Sinistra* (3), *Lumbaris Sinistra* (6), *Hipogastrum* (8) untuk mencari letak dari lobus hati kiri, ginjal kiri, limpa, buli-buli dan prostat. Daerah regional pada abdomen ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Pembagian Region pada daerah Abdomen manusia (Sumber :

<https://www.ligastrohealth.com/abdominal-pain-locator-where-does-it-hurt>)

Pemindaian citra dilakukan oleh tenaga ahli kesehatan terhadap 8 orang. Selanjutnya citra diekstraksi menggunakan metode gray level co-occurrence matrix (GLCM) dengan software pengolah citra.

Pra Pengolahan Data

Citra USG yang diperoleh dari regional 3, 6 dan 8 masih dalam bentuk komposisi berwarna tiga dimensi atau sering dikenal format RGB (*Red Green Blue*). Pada tahap ini citra RGB yang diperoleh dari regional 3, 6 dan 8 dikonversikan menjadi format *grayscale*. Selanjutnya dilakukan *cropping* pada citra *grayscale*.

Pengolahan Data

Cropping citra dilakukan sesuai dengan bentuk organ menggunakan teknik *roipoly*. Tujuan dari pemotongan citra adalah untuk menonjolkan ROI (*Region of Interest*) dari citra USG yang akan diekstraksi menggunakan GLCM dari organ di regional 3, 6 dan 8. Selanjutnya citra hasil *cropping* disegmentasi. Segmentasi memainkan peran penting dalam analisis gambar kualitatif dan kuantitatif, dengan membagi gambar menjadi set daerah yang secara visual berbeda dan seragam serta memperhatikan beberapa fitur, seperti tingkat keabuan, tekstur atau warna. Salah satu teknik yang sangat efisien untuk segmentasi gambar berkualitas tinggi dalam banyak adalah

algoritma kontur aktif (R. Thillaikarasi, 2015). Tujuan utama dari proses segmentasi adalah untuk mendapatkan lebih banyak informasi di wilayah yang diminati dalam sebuah gambar yang membantu dalam mendapatkan fitur gambar yang benar (Wan Mahani Hafizah Wan Mahmud, 2017).

Ekstraksi Fitur

Pendekatan statistik digunakan dalam penelitian ini karena lebih sederhana dan tepat untuk tugas klasifikasi berdasarkan tekstur (R. Thillaikarasi, 2015). Metode GLCM yang digunakan dapat menyajikan hubungan tertentu dari dua piksel yang berdekatan di daerah lokal atau seluruh daerah atau derajat abu-abu piksel dalam jarak tertentu dalam gambar deskripsi statistik. Nilai-nilai elemen dalam matriks ini mewakili rapat probabilitas gabungan bersyarat $p(\frac{i,j}{d}, \theta)$ diantara aras keabuan. Hal ini mengacu pada probabilitas aras keabuan di ruang yang diberikan, d dan arah θ melalui i sebagai titik awal (Xiuying Jiang & Hu Hua, 2017). Dalam penelitian ini fitur GLCM yang digunakan adalah nilai *contrast*, *correlation*, *energy* dan *homogeneity* (Ahsani, Sari, & Adikara, 2019) ;

Nilai *contrast* menunjukkan variasi intensitas antar citra. Semakin tinggi nilai *contrast* semakin bervariasi nilai intensitas pada citra seperti ditunjukkan pada Pers (1).

$$contrast = \sum_{i,j=0}^{N-1} p(i,j) * (i-j)^2 \quad (1)$$

Nilai *correlation* menyatakan ukuran keterhubungan linier tingkat keabuan satu piksel relatif terhadap piksel lainnya pada posisi arah tertentu seperti ditunjukkan pada Pers (2)

$$correlation = \sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{(i-\mu_y)(j-\mu_x)P(i,j)}{\sigma_x\sigma_y} \quad (2)$$

Nilai *energy* digunakan untuk melihat tingkat keseragaman tekstur dari suatu citra. Semakin tinggi nilai energi dari suatu citra maka nilai homogenitasnya juga semakin tinggi seperti ditunjukkan pada Pers (3)

$$Energy = \sum_{i,j=0}^{N-1} (P_{(i,j)})^2 \quad (3)$$

Homogeneity ini juga disebut momen perbedaan terbalik yang merupakan matrik keseragaman abu-abu lokal dalam citra. Jika *grayscale* gambar lokal seragam, nilai homogenitas akan lebih besar seperti ditunjukkan pada Pers (4)

$$Homogeneity = \sum_{i,j}^{N-1} p(i,j) * \frac{1}{1+(i-j)^2} \quad (4)$$

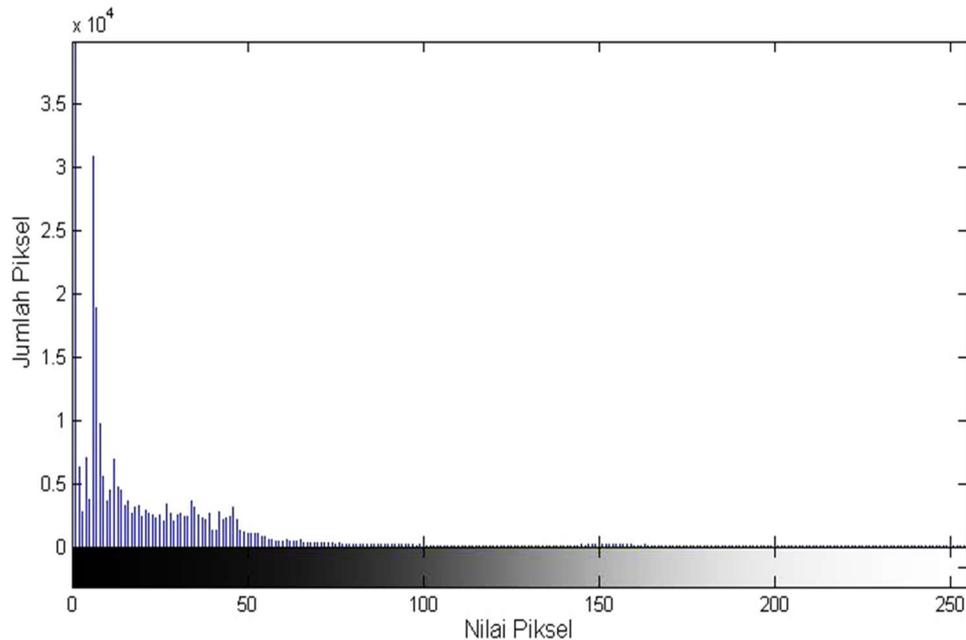
dengan P = Probabilitas, μ = *mean* (rata-rata distribusi probabilitas) dan σ = *variance* (sebaran nilai terhadap *mean*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel citra diambil beberapa citra dari daerah uji menggunakan USG. Setiap daerah uji diambil satu citra organ untuk diekstrak dengan metode GLCM. Daerah uji tersebut adalah *Hipokondrium Sinistra*, dengan organ hepar, dimana untuk memproleh citra hepar yang utuh menggunakan USG sangat sulit sehingga dalam penelitian ini diambil bagian lobus hati kiri. *Lumbaris Sinistra*, dengan organ ginjal kiri dan limpa. *Hipogastrum (Pubica)*, dengan organ prostat dan kantung kemih. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 8 orang dengan jenis kelamin pria 3 dengan jumlah 5 citra dan jenis kelamin wanita 5 dengan jumlah 4 citra sehingga total citra yang akan diekstra adalah 35 citra. Citra USG hasil pemindaian yang masih dalam bentuk format RGB diubah dalam bentuk *grayscale*, dengan dasar Pers(5) (Fernando, 2017)

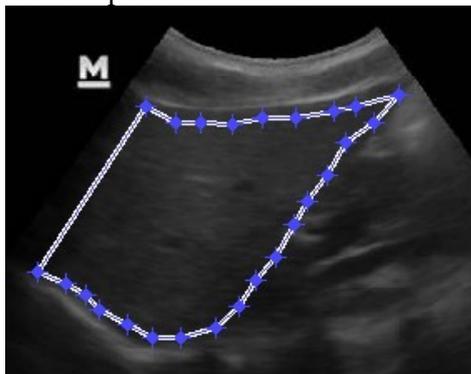
$$\text{Skala keabuan} = 0,333R + 0,333G + 0,333B \quad (5)$$

Citra *grayscale* hanya memiliki 1 komponen warna aras keabuan, hal ini diperoleh dari menyatukan komponen warna RGB dari citra. Dalam penelitian ini tidak dilakukan penonjolan warna pada komponen warna tertentu sehingga hasil yang diperoleh merupakan citra *grayscale* umum. Kemudian untuk melihat distribusi piksel dari citra *grayscale* ditampilkan dalam bentuk histogram untuk semua citra organ yang diekstrak. Berikut ditampilkan salah satu contoh histogram untuk organ lobus hati kiri dalam Gambar 2.



Gambar 2 Histogram citra lobus hati kiri

Berdasarkan histogram citra lobus hati kiri pada Gambar 2., diperoleh nilai piksel yang dominan berada pada nilai 0-50. Langkah selanjutnya, citra *grayscale* di-*cropping* secara manual menggunakan *roipoly* untuk mendapatkan *region of interest* (ROI) dari masing-masing organ. Proses *cropping* menggunakan *roipoly* adalah poligon tertutup dimana simpul awal dan akhir harus sama simpul-simpul dari *roipoly* dihubungkan dengan garis seperti Gambar 3. Daerah ROI yang ditonjolkan pada citra bernilai 1 sehingga citra akan berwarna putih, sedangkan daerah diluar ROI bernilai 0 sehingga citra akan berwarna hitam dan citra yang diperoleh berupa citra biner. Hasil *cropping* yang diperoleh menyerupai bentuk organ itu sendiri yang diperoleh dari hasil USG. Berikut ditampilkan contoh hasil *cropping* untuk organ lobus hati kiri pada Gambar 3.



Gambar 3 *Cropping* menggunakan *roipoly*

Berdasarkan Gambar 3, sesudah semua citra hasil *cropping* disegmentasi, citra USG dan citra hasil *cropping* divalidasi oleh dokter ahli dengan tujuan untuk menunjukkan bahwa citra hasil *cropping* sudah tepat dan benar. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi kesalahan yang fatal dalam melakukan *cropping* citra USG dalam menonjolkan ROI. Berikut ditampilkan tabel 1 hasil validasi dokter ahli

Tabel 1 Hasil validasi dokter

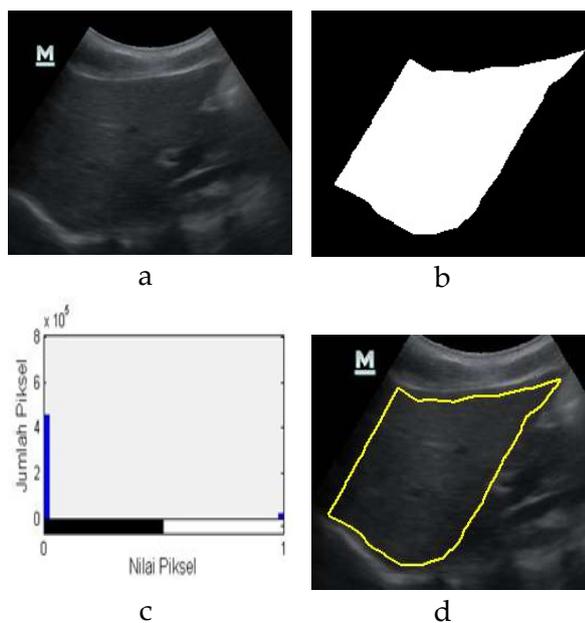
Organ	Jumlah Sampel	Jelas (%)	Tidak Jelas (%)	Daerah <i>region of interest</i> (ROI)	
				Tepat (%)	Tidak Tepat (%)
Lobus hati kiri	8	100	0	100	0
Ginjal kiri	8	87.5	12.5	100	0
Limpa	8	100	0	100	0
Buli-buli	8	100	0	100	0
Prostat	3	33	67	33	67

Berdasarkan validasi dokter terhadap hasil komputasi citra, maka dapat dikemukakan bahwa hampir semua organ jelas dan pemilihan ROI tepat dengan teknik komputasi, kecuali organ prostat dan ginjal kiri. Hal ini disebabkan karena ketidakjelasan

batas-batas organ, namun secara prinsip dapat diidentifikasi oleh dokter. Tingkat akurasi yang rendah dari citra prostat sangat dipengaruhi oleh faktor fisis dimana sampel memiliki kondisi bentuk tubuh yang gemuk. Secara fisis semakin tebal suatu material, maka attenuasi gelombang ultrasonik semakin banyak sehingga citra yang diperoleh tidak ideal. Selain itu, jumlah sampel yang diteliti untuk prostat hanya 3 sehingga probabilitas akurasi pengukuran berulang menjadi rendah.

Berdasarkan Tabel 1, citra hasil *cropping* yang sudah tepat disegmentasi menggunakan *active contour*. *Active contour* mampu membuat segmentasi daerah sesuai yang telah dilokalisasi. Segmentasi citra merupakan proses membagi suatu citra menjadi wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan kriteria keserupaan tertentu antara tingkat keabuan suatu piksel dengan tetangganya (Kusworo Adi, 2014). Tujuan dari segmentasi yaitu untuk memastikan citra hasil *cropping* sesuai dengan bentuk organ yang diperoleh dari USG.

Hasil segmentasi diekstraksi menggunakan metode GLCM untuk semua citra USG pada arah 0° , 45° , 90° dan 135° . Berikut ditampilkan Gambar 3 hasil segmentasi organ lobus hati kiri.



Gambar 4 (a) citra asli, (b) citra segmentasi, (c) histogram citra segmentasi, (d) citra output segmentasi dalam RGB

Pada Gambar 4(a) citra asli yang diperoleh dari hasil pemindahan dari USG untuk organ lobus hati kiri. Gambar 4(b) merupakan citra yang diperoleh dari hasil *cropping* kemudian disegmentasi menggunakan *active contour*, hasilnya berupa citra biner dimana area yang berwarna putih merupakan ROI sedangkan area diluar ROI berwarna hitam. Selanjutnya untuk melihat distribusi piksel dari citra biner yang telah disegmentasi maka ditampilkan histogram pada Gambar 4(c) kemudian *output* dari hasil segmentasi berupa citra RGB dimana organ yang akan diteliti dibatasi oleh garis kuning seperti pada Gambar 4(d). Setelah melakukan segmentasi pada citra USG, dilakukan perhitungan nilai kontras, korelasi, energi dan homogenitas dari area *cropping* untuk masing-masing citra organ yang diambil yaitu; lobus hati kiri, ginjal kiri, limpa, buli-buli dan prostat dengan menggunakan metode GLCM pada 4 arah 0° , 45° , 90° dan 135° . Dengan mengambil nilai rata-rata *contrast*, *correlation*, *energy* dan *homogeneity* dengan mengacu pada 4 arah analisis. Citra dikatakan memiliki *homogeneity* yang tinggi apabila nilai *contrast* nol (0), nilai *energy* dari citra 1, *correlation* 1 dan -1 (Fatimah, Maslebu, & Trihandaru, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rentang nilai *mean contrast* untuk organ lobus hati kiri $5,1473 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-3}$, ginjal kiri $3,8526 \times 10^{-4} - 6,2959 \times 10^{-4}$, limpa $6,0350 \times 10^{-4} - 9,3762 \times 10^{-4}$, buli-buli $4,0614 \times 10^{-4} - 9,9296 \times 10^{-4}$ dan prostat $3,0383 \times 10^{-4} - 3,1532 \times 10^{-4}$ (Tabel 2). Semakin besar perbedaan intensitas keabuan suatu piksel yang bersebelahan, maka semakin besar pula nilai kontrasnya. *Contrast* yang bernilai 0 menandakan bahwa piksel-piksel bertetangga pada suatu arah (horizontal, diagonal, atau vertikal) memiliki nilai intensitas yang sama sehingga dapat dikatakan bahwa citra dari masing-masing organ memiliki nilai homogenitas yang tinggi (Tunjungsari, Apsari, & Purwanti, 2016).

Nilai *mean correlation* untuk organ lobus hati kiri dari 0,9786 – 0,9890, ginjal kiri dari 0,9737 – 0,9862, limpa dari 0,9640 – 0,9812,

Tabel 2 Hasil Perhitungan Nilai GLCM

Organ	Nama (inisial)	Mean Contrast (x 10 ⁴)	Mean Correlation	Mean Energy	Mean Homogeneity
Lobus Hati Kiri	D	10,000	0,9890	0,9073	0,9995
	DI	5,1473	0,9786	0,9754	0,9997
	E	9,4911	0,9850	0,9356	0,9995
	I	8,7497	0,9818	0,9510	0,9996
	J	8,5720	0,9837	0,9466	0,9996
	M	8,6766	0,9826	0,9494	0,9996
	N	8,1230	0,9848	0,9458	0,9996
Ginjal Kiri	S	6,2435	0,9841	0,9602	0,9997
	D	4,6045	0,9821	0,9738	0,9998
	DI	5,3770	0,9764	0,9767	0,9997
	E	5,8366	0,9749	0,9762	0,9997
	I	3,8526	0,9792	0,9811	0,9998
	J	5,6905	0,9780	0,9736	0,9997
	M	6,2956	0,9862	0,9536	0,9997
Limpa	N	6,2956	0,9737	0,9765	0,9997
	S	5,8054	0,9830	0,6520	0,9997
	D	6,6301	0,9723	0,9754	0,9997
	DI	7,9772	0,9779	0,9631	0,9996
	E	6,6928	0,9710	0,9763	0,9997
	I	6,0350	0,9703	0,9791	0,9997
	J	9,3762	0,9812	0,9493	0,9995
Buli-Buli	M	6,9122	0,9745	0,9722	0,9997
	N	6,3799	0,9640	0,9816	0,9997
	S	6,9330	0,9686	0,9772	0,9997
	D	8,3322	0,9883	0,9278	0,9996
	DI	8,3427	0,9869	0,9356	0,9996
	E	9,9296	0,9890	0,9085	0,9995
	I	4,0614	0,9780	0,9811	0,9998
Prostat	J	4,8448	0,9770	0,9784	0,9997
	M	6,7658	0,9872	0,9464	0,9997
	N	5,3482	0,9831	0,9670	0,9997
	S	6,9647	0,9815	0,9616	0,9997
	D	3,1532	0,9727	0,9881	0,9998
	J	3,0383	0,9729	0,9885	0,9998
	M	3,1323	0,9738	0,9877	0,9998

buli-buli dari 0,9770 – 0,9890 dan prostat 0,9727 – 0,9738. Nilai *correlation* rendah berarti variasi piksel disekitar piksel dependen rendah sehingga nilai homogenitas juga rendah. Nilai *correlation* tinggi maka nilai *homogeneity*nya tinggi. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap organ memiliki nilai *mean correlation* yang berbeda-beda dan tinggi sehingga dapat dikatakan bahwa citra USG untuk masing-masing organ memiliki homogenitas yang tinggi. Nilai *mean energy*

untuk organ lobus hati kiri dari 0,9073 – 0,9754, ginjal kiri dari 0,9737 – 0,9862, limpa dari 0,9493 – 0,9816, buli-buli dari 0,9085 – 0,9884 dan prostat 0,9877 – 0,9885. Nilai *energy* yang tinggi dari suatu citra menunjukkan bahwa keseragaman tekstur dari citra tersebut memiliki *homogeneity* yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing organ yang diteliti memiliki nilai energi yang berbeda-beda dan *homogeneity* yang tinggi. Nilai *mean homogeneity* untuk organ lobus hati kiri dari

0,9995 – 0,9997, ginjal kiri dari 0,9997 – 0,9998, limpa dari 0,9995 – 0,9997, buli-buli dari 0,9995 – 0,9998 dan prostat 0,9998. secara keseluruhan nilai homogeneity dari masing-masing organ berbeda-benda hal ini menunjukkan hawah organ yang diuji memiliki tingkat *homogeneity* yang bervariasi.

KESIMPULAN

Ekstraksi ciri citra USG pada regional *Hipokondrium Sinistra* untuk organ lobus hati kiri, *Lumbaris Sinistra* untuk ginjal kiri dan limpa, *Hipogastrum (Pubica)* untuk buli-buli dan prostat menggunakan metode GLCM dengan fitur-fitur yang digunakan adalah *contrast*, *correlation*, *energy* dan *homogeneity*. Fitur-fitur GLCM dapat menjelaskan ciri kas dari organ yang diteliti. Dari keseluruhan data GLCM, maka dapat disimpulkan bahwa organ-organ tersebut memiliki tingkat homogenitas yang tinggi karena nilai *contrast* pada rentang nilai dengan orde $10^{-4} - 10^{-3}$ atau hampir mendekati nol (0), sementara nilai *energy* dan *correlation* berada pada rentang 0,9xxx atau hampir mendekati angka ideal, yaitu 1.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan Kepada dr. Jodelin Muningar, M.Sc dan dr. Susaty Pranoto, Sp.KN yang telah membantu akuisisi citra dengan USG dan melakukan validasi.

DAFTAR PUSTAKA

Ahsani, A. F., Sari, Y. A., & Adikara, P. P. (2019). Temu Kembali Citra Makanan Menggunakan Ekstraksi Fitur Gray-Level Co-occurrence Matrix dan CIE $L^*a^*b^*$ Color Moments Untuk Pencarian Resep Masakan. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3, 2261–2268.

Balasubramanian D, Srinivasan P, & Gurupatham R. (2007). Automatic Classification of Focal Lesions in Ultrasound Liver Images using Principal Component Analysis and Neural Networks. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2007, 2134–2137.

<https://doi.org/10.1109/IEMBS.2007.4352744>

- Fatimah, S., Maslebu, G., & Trihandaru, S. (2018). Analisis Homogenitas Citra Ultrasonografi Berbasis Silicone Rubber Phantom dengan GLCM. *Jurnal Fisika*, 18–27.
- Hafizah, W. M., Supriyanto, E., & Yunus, J. (2012). Feature Extraction Of Kidney Ultrasound Images Based On Intensity Histogram And Gray Level Co-Occurrence Matrix. *2012 Sixth Asia Modelling Symposium*, 115–120. <https://doi.org/10.1109/AMS.2012.47>
- Herliana, O., Sri Widodo, T., & Soesanti, I. (2012). Klasifikasi Nonsupervised Citra Thermal Kanker Payudara Berbasis Fuzzy C-MEANS. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 1(3). <https://doi.org/10.22146/jnteti.v1i3.128>
- Kalyan, K., Jakhia, B., Dattatraya Lele, R., Joshi, M., & Chowdhary, A. (2014). Artificial Neural Network Application in the Diagnosis of Disease Conditions with Liver Ultrasound Images. *Advances in Bioinformatics*, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2014/708279>
- Korchiyne Redouan, et al. 2014. A Combined Method of Fractal and GLCM Features for MRI and CT-Scan Images Classification. *Signal & Image Processing: An International Journal (SIPIJ) Vol.5, No.4*, 85-97. <https://doi.org/10.5121/sipij.2014.5409>
- Kusworo Adi, F. B. (2014). Segmentasi Citra Medis Untuk Pengenalan Objek Kanker Menggunakan Metode Active Contour. *Youngster Physics Journal*, 3(3), 209–216.
- Neneng, & Fernando, Y. (2017). Klasifikasi Jenis Daging Berdasarkan Analisis Citra Tekstur Gray Level Co Occurrence Matrices (glcm) Dan Warna. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, 1-2 November 2017*, 1–7.
- Nitish Zulpe and Vrushsen Pawar. (2012). GLCM Textural Features for Brain Tumor Classification. *IJCSI International*

Journal of Computer Science Issues, Vol. 9
(3), 354-359.

- R. Thillaikarasi, C. S. N. (2015). Automatic Classification Of Ultrasound Liver Diseases Based On Neural Networks. *Internasionl Jurnal Of Engineerng Research and Sain & Technology, 1*(2), 221-233.
- Tunjungsari, E. F., Apsari, R., & Purwanti, E. (2016). Deteksi dini kanker payudara dari citra mammografi menggunakan gray level co-occurrence matrices (glcm) dan fuzzy backpropagation. *Jurnal Fisika dan Terapannya, 4*(1), 81-94.
- Virmani, J., Kumar, V., Kalra, N. K., & Khandelwal, N. (2013). A Comparative Study Of Computer-Aided Classification Systems For Focal Hepatic Lesions From B-Mode Ultrasound. *Jurnal Of Medical Engineering & Technology, 37*(4), 292-306. <https://doi.org/10.3109/03091902.2013.794869>
- Wan Mahani Hafizah Wan Mahmud, W. N. H. W. K. (2017). Texture Feature Analysis For Different Resolution LevelOf Kidney Ultrasound Images. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1-10*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/226/1/012136>
- Wibawanto, H., Susanto, A., Sri Widodo, T., & Tjokronegoro, S. M. (2008). Identifikasi Citra Massa Kistik Berdasar Fitur Graylevel Co-Occurrence Matrix. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2008 (SNATI 2008)*.
- Xiuying Jiang, Q. C., & Hu Hua, M. L. (2017). Diagnostic Analysis Of Liver B Ultrasonic Texture Features Based On LM Neural Network. *American Institute of Physics, 1820*(1), 060011-1-060011-060016. <https://doi.org/10.1063/1.4977326>