

Analisis Tekstur dan Klasifikasi Karakteristik *Echo Pattern* Pada Citra Ultrasonografi Leher Rahim

Made Rahmawaty[#], Yuli Triyani

Jurusan Teknologi Industri Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru
Jl. Umbansari No 1, Rumbai, Pekanbaru, Riau, 28265, Indonesia
[#]made@pcr.ac.id, yuli@pcr.ac.id

Abstrak—Ultrasonografi (USG) adalah salah satu modalitas pencitraan yang populer karena lebih fleksibel, non-invasi, non-ionisasi dan biaya yang rendah. Echo pattern atau ekogenitas merupakan salah satu karakteristik yang digunakan dalam menganalisa keganasan suatu nodul pada citra USG. Namun pada citra USG, kemungkinan terjadi False Positive Result (kesalahan dalam menginterpretasikan) cukup tinggi. Guna meminimalkan resiko tersebut dikembangkan Computer Aided Diagnosis (CAD) untuk mengklasifikasikan citra ultrasonografi kanker leher rahim berdasarkan karakteristik echo pattern. Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode analisis tekstur dan klasifikasi karakteristik echo pattern dari nodul leher rahim pada citra USG. Metode yang diusulkan terdiri atas tahap pra-pengolahan untuk peningkatan kualitas citra, segmentasi guna memperoleh daerah nodul, ekstraksi fitur berbasis histogram, Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan gray level run-length matrix (GLRLM) dan klasifikasi menggunakan multy layer perceptron (MLP). Data set terdiri dari 102 citra USG yang dikelompokkan menjadi 58 citra kistik dan 39 citra solid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mencapai akurasi 97,06%, sensitivitas 98,31%, spesifisitas 95,35%, PPV 96,67%, NPV 97,62% dan kappa 0,9395 dengan menggunakan 6 (enam) fitur histogram. Ini menunjukkan bahwa metode yang diusulkan sangat baik dalam menganalisis gambar USG leher rahim.

Kata Kunci—Ultrasonografi; echo pattern ;Computer Aided Diagnosis; multy layer perceptron; tekstur.

I. PENDAHULUAN

Kanker adalah suatu kondisi dimana sel telah kehilangan pengendalian dan mekanisme normalnya, sehingga mengalami pertumbuhan yang tidak normal, cepat dan tidak terkendali [1]. Di dunia, kanker merupakan penyebab kematian nomor 2 setelah penyakit kardiovaskular[2]. International Agency for Research on Cancer (IARC) World Health Organization, badan WHO khusus kanker, merilis statistik kanker dunia. Database online IARC versi 1, GLOBOCAN 2012, menyajikan data perkiraan 27 jenis kanker di 184 negara seluruh dunia dan gambaran yang komprehensif beban kanker global. Pada tahun 2012 diperkirakan 14,1 juta kasus baru kanker didiagnosis di seluruh dunia (tidak termasuk kanker kulit non melanoma) dan 8,2 juta kematian akibat kanker [3].

Berdasarkan data IARC menunjukkan 5 jenis kanker dengan prevalensi tertinggi di dunia pada tahun 2012 yaitu payudara, prostat, usus besar, paru-paru dan leher rahim. Total kasus kanker di dunia mencapai 32.455.179 kasus dan kanker leher rahim merupakan kanker dengan prevalensi 5 tertinggi di dunia, mencapai 1,55 juta kasus [4]. Berdasarkan data IAC ada 5 jenis kanker dengan prevalensi tertinggi yang diderita oleh penduduk perempuan di dunia pada tahun 2012 yaitu payudara, usus besar, leher rahim, rahim dan tiroid. Kanker leher rahim menempati posisi ke tiga tertinggi baik untuk tingkat prevalensi, jumlah kasus baru maupun angka kematian. Kanker leher rahim menyumbang masing masing 1,55 juta kejadian, 0,61 juta kasus baru dan 0,32 juta tingkat kematian [4]. 5 jenis kanker dengan prevalensi tertinggi di Indonesia berdasarkan

data IARC adalah payudara, leher rahim, indung telur, rahim dan usus besar . Dari data dapat diketahui bahwa kanker leher rahim merupakan kanker dengan tingkat prevalensi, kejadian baru dan kematian peringkat 2 tertinggi di Indonesia. Dalam 5 tahun terakhir hampir 59,11 ribu perempuan di Indonesia didiagnosa menderita kanker leher rahim[4]. Tingginya prevalensi kanker leher Rahim merupakan masalah serius sehingga memerlukan pemeriksaan dan deteksi dini untuk mengurangi resiko. Deteksi dini, diagnosis yang akurat dan pengobatan yang tepat adalah langkah yang paling efektif untuk menurunkan angka kejadian dan kematian [5]. Modalitas pemeriksaan radiologi yang berkaitan dengan kanker leher rahim yang paling populer adalah ultrasonografi (USG). Pemeriksaan ini memiliki berbagai keuntungan yaitu mudah dilakukan, tanpa radiasi dan dapat digunakan secara luas pada berbagai institusi medis [6].

Penelitian ini merujuk pada penelitian yang dilakukan Rahmawaty dkk [7] yang menggunakan analisis tekstur untuk klasifikasi ekogenitas nodul payudara pada citra ultrasonografi. Pada penelitian tersebut menggunakan prapengolahan adaptive median filter untuk mengurangi speckle noise dan segmentasi active contour. Pendekatan analisis tekstur berbasis histogram, Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan koefisien fractal menghasilkan 5 fitur dominan yaitu koefisien fractal, angular second moment (ASM) 00, entropy 900, inverse different moment 00 dan kontras 1350. Hasil klasifikasi terhadap 57 citra USG dengan metode Multilayer Perceptron (MLP) menghasilkan akurasi 91,23%, sensitifitas 95,83% dan spesifisitas 87,88%. Sellami dkk dalam penelitiannya

mengembangkan CAD untuk citra USG payudara [8]. Tahap prapengolahan mengimplementasikan SRAD filter dan teknik segmentasi Multi-scaled Vector Field Convolution (MVFC). Dalam penelitian tersebut untuk membedakan nodul dalam kelas anechoic, isochoic, hyerechoic dan hypochoic menggunakan analisis tekstur berbasis Spatial Gray Level Dependence Matrices (SGLDM).

Berdasarkan permasalahan, penelitian ini bertujuan mengembangkan metode analisis tekstur dan klasifikasi karakteristik echo pattern dari nodul leher rahim pada citra ultrasonografi. Echo pattern atau ekogenitas merupakan salah satu karakteristik yang digunakan dalam menganalisa keganasan suatu nodul pada citra ultrasonografi. Namun pada citra ultrasonografi, kemungkinan terjadi False Positive Result (kesalahan dalam menginterpretasikan) cukup tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh hasil citra yang operator dependent, kondisi atau kelelahan dokter ahli, perbedaan pengalaman dokter, tekstur jaringan maupun karena kualitas citra hasil yang kurang baik. Guna meminimalkan resiko tersebut dikembangkan Computer Aided Diagnosis (CAD) untuk mengklasifikasikan citra ultrasonografi kanker leher rahim berdasarkan karakteristik echo pattern.

II. BAHAN-BAHAN DAN METODE

A. Setting Percobaan

Dalam penelitian ini, Citra USG diperoleh dari database Rumah Sakit Sardjito. Ada 102 (seratus dua) citra leher rahim dalam format bitmap (bmp.) dan dilengkapi dengan hasil patologi anatomi. Citra USG leher rahim terdiri dari 58 citra dengan karakteristik kistik dan 44 citra dengan karakteristik solid

1) Bahan dan Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas perangkat lunak dan perangkat keras.

a. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan untuk menunjang penelitian ini antara lain:

1. Sistem Operasi *Windows* 7 64 bit
2. Matlab R2013a
3. WEKA 3.8

b. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan berupa laptop dengan spesifikasi: prosesor Intel Core i3-4030U 1,9GHz, RAM 6 GB.

2) Eksperimen

Dalam Pada penelitian ini, setelah hasil patologi anatomi citra USG diberikan oleh dokter spesialis radiologi, maka selanjutnya adalah menghilangkan marker, label dan speckle noise pada citra USG. Selanjutnya melakukan segmentasi untuk mendapatkan nodul dan kemudian ekstra fitur dan terakhir melakukan klasifikasi dengan menbandikan hasil eksperimen dengan hasil PA dari dokter spesialis radiologi.

B. Perancangan Metode

Proses pada penelitian ini terdiri atas pra-pengolahan, segmentasi, ekstraksi ciri, dan klasifikasi. Pengujian kinerja metode dilakukan dengan membandingkan hasil klasifikasi dengan hasil uji patologi anatomi dan pembacaan dokter spesialis radiologi. Gambar 1 menampilkan diagram blok metode secara umum

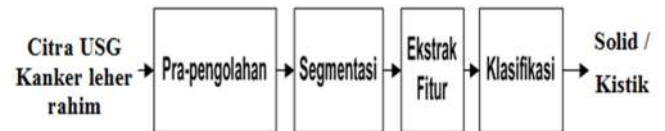


Fig. 1. Diagram blok metode secara umum

1) Pra-pengolahan

Keterbatasan utama image adalah kontras rendah dan speckle noise. Pra-pengolahan sangat krusial dimana diharapkan proses ini dapat menghilangkan *marker*, label dan *speckle noise* pada citra, namun tidak merusak karakteristik batas dari nodul. Tahap yang dilakukan pada pra-pengolahan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.

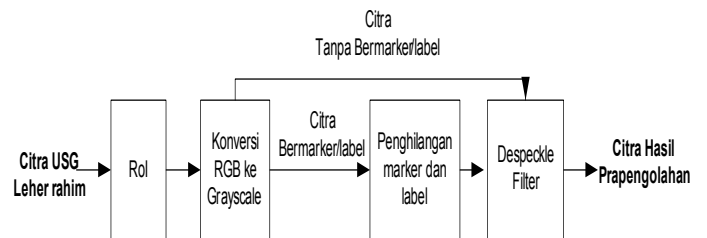


Fig. 2. Diagram Blok Pra-pengolahan

Proses awal pra-pengolahan adalah Region of Interest (RoI) untuk menentukan area nodul. Kemudian dilakukan konversi citra ultrasonografi berwarna menjadi citra berskala keabuan dan penghilangan marker/label. Tahap akhir berupa filtering untuk mengurangi speckle noise pada citra.

2) Segmentasi

Tahap selanjutnya pada penelitian ini adalah proses segmentasi. Proses segmentasi bertujuan untuk memisahkan nodul dari jaringan sekitarnya. Output dari proses segmentasi adalah citra biner dengan bentuk diharapkan sesuai dengan nodul, dan dapat dijadikan sebagai masking. Metode segmentasi yang baik menghasilkan hasil citra segmentasi yang sesuai dengan hasil *groundtruth* dokter

3) Ekstraksi Fitur

Tahap ekstraksi ciri pada penelitian ini bertujuan untuk memperoleh karakteristik echo pattern dari nodul pada citra ultrasonografi leher rahim. Berdasarkan tinjauan pustaka maka dirumuskan ciri yang digunakan pada penelitian ini dalam 3 pendekatan yaitu berbasis histogram, GLCM dan GLRLM. Pemilihan fitur yang dominan menggunakan metode CFS pada software weka. Sehingga diharapkan dapat menghasilkan tingkat akurasi klasifikasi yang tinggi

4) Klasifikasi

Tahap terakhir adalah klasifikasi, pada penelitian ini menggunakan metode klasifikasi yaitu *Multy Layer Perceptron* (MLP). Pengujian dilakukan dengan metode *K-fold cross validation*. Pada metode *K-Fold Cross Validation* semua data dapat menjadi data latih dan data uji. Proses klasifikasi dilakukan sebanyak K kali, kinerja klasifikasi diperoleh dari rata-rata dari semua proses klasifikasi.

5) Evaluasi Hasi Penelitian

Evaluasi tahap klasifikasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keakurasian metode penelitian. *Confusion* matrik memperlihatkan hubungan antara kelas target berupa hasil diagnosis radiologis dan kelas prediksi berupa hasil klasifikasi metode. *Confision* matrik terdiri atas TP (*True Positive*), FP (*False Positive*), FN (*False Negative*), dan FP (*False Positive*) seperti terlihat pada Gambar 3.

		Kelas Target (Diagnosis Radiologis)		
		Solid	Kistik	
Kelas Prediksi (Hasil klasifikasi)	Solid	TP	FP	PPV
	Kistik	FN	TN	NVP
		Sensitivitas	Spesifisitas	Akurasi

Fig. 3. Confusion Matrik

Dari *confusion* matrik dapat dihitung nilai akurasi, sensitivitas, spesifisitas, *Positif Predictive Value* (PPV) atau *precision* dan *Negative Predictive Value* (NPV) [3]. Semua parameter kinerja tersebut dapat dihitung menggunakan Persamaan (1) sampai Persamaan (5).

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \quad (1)$$

$$Sensitifitas = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \quad (2)$$

$$Spesifisitas = \frac{TN}{TN + FP} \times 100\% \quad (3)$$

$$PPV = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \quad (4)$$

$$NPV = \frac{TN}{TN + FN} \times 100\% \quad (5)$$

Pada penelitian ini evaluasi dan perbandingan kinerja 3 metode klasifikasi ditampilkan dalam bentuk kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC). Kurva ROC merupakan grafik perbandingan antara sensitivitas (TPR) pada sumbu vertikal dan FPR ($1 - \text{spesifisitas}$) pada sumbu horizontal [4]. Metode klasifikasi terbaik akan menghasilkan titik di sudut kiri atas atau koordinat (0,1) dari ruang ROC. Hal ini mewakili 100% sensitivitas (tidak ada negatif palsu) dan

100% spesifisitas (tidak ada positif palsu) [5]. Kurva ROC menunjukkan *trade off* antara tingkat dimana suatu model atau pengklasifikasi dapat mengenali data positif secara akurat dan tingkat dimana model tersebut salah mengenali data negatif sebagai data positif. Kurva ROC adalah gambaran dua dimensi dari kinerja suatu pengklasifikasi seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

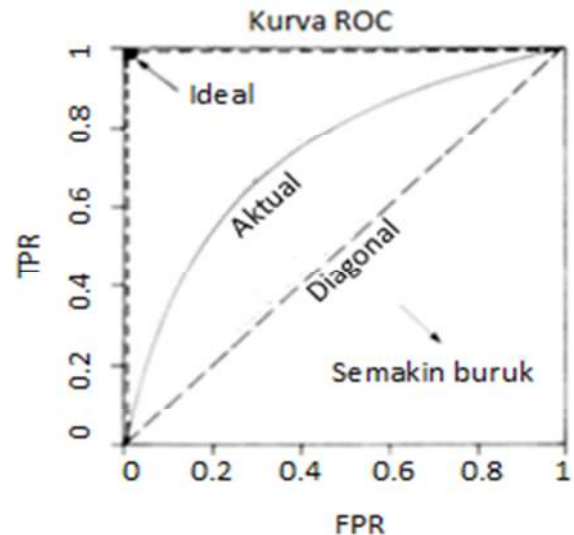


Fig. 4. Perbandingan kurva ROC

Suatu metode yang umum digunakan untuk menghitung nilai kinerja dari pengklasifikasi adalah dengan menghitung luas daerah dibawah kurva ROC yang disebut dengan *Area Under Curve* (AUC). Area di bawah kurva ROC (AUC) merupakan indeks kuantitatif kinerja keseluruhan suatu sistem klasifikasi. Nilai AUC berada pada interval 0 sampai 1. AUC 1 menunjukkan kinerja yang sempurna dari sistem klasifikasi. Suatu kurva ROC yang memadai letaknya selalu berada di daerah atas dari garis diagonal (0,0) dan (1,1), sehingga tidak ada nilai AUC yang lebih kecil dari 0,5. Tabel I menampilkan kategori pengklasifikasi berdasarkan AUC. Semakin besar nilai AUC maka kinerja pengklasifikasi semakin baik.

TABLE I. KATEGORI PENGKLASIFIKASI BERDASARKAN AUC.

Nilai AUC	Kategori Metode Klasifikasi
0,90-1,00	Sangat Baik
0,80-0,90	Baik
0,70-0,80	Cukup
0,60-0,70	Kurang
0,50-0,60	Gagal

III. HASIL

Dalam penelitian ini, Citra USG diperoleh dari database Rumah Sakit Sardjito. Ada 102 (seratus dua) citra leher rahim dalam format bitmap (bmp.) dan dilengkapi dengan hasil patologi anatomi. Citra USG leher rahim terdiri dari 58 citra dengan karakteristik kistik dan 44 citra dengan karakteristik solid.

1) Pra-Pengolahan

Langkah awal adalah menentukan daerah nodul pada citra USG leher rahim. Penentuan region of interest (ROI) pada citra USG dilakukan secara manual berdasarkan ROI dari dokter radiologi. Citra hasil ROI selanjutnya diproses untuk menghilangkan *marker* dan label yang terdapat pada citra. Filter median digunakan untuk menghilangkan *marker* dan label, tetapi efeknya membuat citra menjadi blur. Sementara filter adaptif median efektif dalam menghilangkan *marker* dan label tanpa menyebabkan efek blur pada citra. Kedua filter dapat menghilangkan speckle dan artefak pada citra USG. Perbandingan citra hasil filter adaptif median dapat dilihat pada Gambar 5.

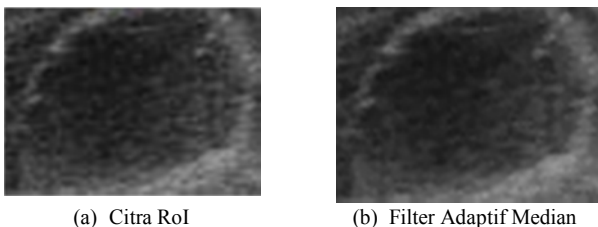
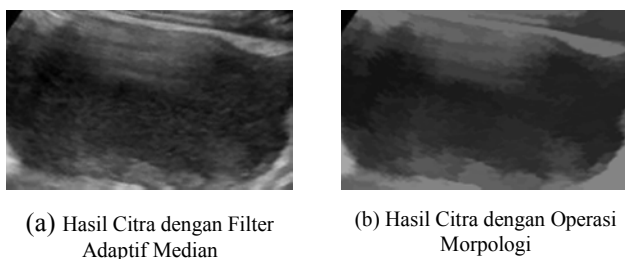


Fig. 5. Hasil Filter Citra (a) Citra Rol (b) Filter Adaptif Median

Tahap selanjutnya menggunakan operasi morfologi untuk mengurangi daerah speckle dan membuat citra lebih halus. Setelah proses morfologi, segmentasi daerah nodul dilakukan. Tujuan dari segmentasi citra untuk memisahkan daerah nodul dengan latar belakang. Inisialisasi pada citra diperlukan untuk menentukan jumlah iterasi dan ketepatan segmentasi nodul. selanjutnya equalisasi histogram digunakan untuk menghasilkan citra dengan nilai histogram yang uniform. Hasil pra-pengolahan dapat dilihat pada Gambar 6.



(c) Hasil Segmentasi Citra

Fig. 6. (a) Hasil Citra dengan Filter Adaptif Median (b) Hasil Citra dengan Operasi Morfologi (c) Hasil Segmentasi Citra

2) Ekstraksi Fitur

Sebelum melakukan proses klasifikasi, dilakukan ekstraksi citi berdasarkan tekstur citra. Pada penelitian ini metode ekstraksi fitur dengan analisis tekstur menggunakan metode statistical. Ekstraksi ciri yang dilakukan pada citra USG leher rahim terdiri dari fitur histogram, gray level co-occurrence matrix (GLCM), dan gray level run-length matrix (GLRLM). Berdasarkan histogram, ada 6 (enam) fitur yang digunakan yaitu mean, standard deviasi, skewness, energy, dan entropy, sedangkan berdasarkan GLCM ada 20 (dua puluh) fitur yaitu angular second moment (ASM), contrast, inverse different moment (IDM), entropy, dan correlation dengan arah masing-masing fitur yaitu 00, 450, 900, and 1350, dan berdasarkan GLRLM ada 7 (tujuh) fitur yang menjadi ciri yaitu Short Run Emphasis (SRE), Long Run Emphasis (LRE), Gray Level Non-uniformity (GLN), Run Length Non-uniformity (RLN), and Run Percentage (RP). Klasifikasi menggunakan WEKA version 3.8.0. Fitur yang digunakan dapat dilihat pada Tabel II.

TABLE II. FITUR TEKSTUR.

Metode	Fitur	Jumlah Fitur
Statistikal	GLCM	6
	Histogram	20
	GLRLM	7
Total		33

TABLE III. PERBANDINGAN HASIL EVALUASI KLASIFIKASI CITRA USG LEHER RAHIM.

Evaluasi	Fitur						
	Jumlah Fitur						
	Hist. (6)	GL CM (20)	GL RM (7)	Hist+G LCM (26)	Hist+G LRM (13)	GLCM+ GLRM (27)	Hist+GLCM +GLRM (33)
Akurasi	97,0 6%	97,0 6%	79,4 1%	97,06%	96,08%	94,12%	95,10%
sensitivitas	98,3 1%	98,3 1%	84,2 1%	98,31%	96,67%	93,55%	95,08%
Spesifisitas	95,3 5%	95,3 5%	73,3 3%	95,35%	95,24%	95,00%	95,12%
PPV	96,6 7%	96,6 7%	80,0 0%	96,67%	96,67%	96,67%	96,67%

NPV	97,6 2%	97,6 2%	78,5 7%	97,62%	95,24%	90,48%	92,86%
Kappa	0,93 95	0,93 95	0,57 95	0,9395	0,919	0,887%	0,8984

3) Klasifikasi

Tahap selanjutnya adalah klasifikasi nodul citra USG leher rahim menjadi dua kategori solid atau kistik. Input yang digunakan dalam proses klasifikasi merupakan data hasil dari fitur ekstraksi. Pada penelitian ini untuk data training dan data testing menggunakan metode MLP. Karena keterbatasan data set maka digunakan metode *3-folds cross validation*. Dataset dibagi menjadi 3 (tiga) *folds* dengan 2 (dua) *folds* sebagai data training dan 1 (satu) *folds* sebagai data testing. Untuk mengevaluasi performa dari metode yang diusulkan, perbandingan antara histogram, GLCM, dan kombinasi dari fitur diklasifikasikan dengan menggunakan algoritma MLP. Tabel III menunjukkan perbandingan hasil klasifikasi untuk fitur yang telah diujikan.

Berdasarkan Tabel III hasil klasifikasi berdasarkan histogram, GLCM dan GLRM untuk fitur histogram dan GLCM memiliki hasil evaluasi sama dengan nilai akurasi, sensitivitas, specificitas, PPV, NPV dan kappa masing-masing adalah 97,06%, 98,31%, 95,35%, 96,67%, 97,62% dan 0,9395. Akan tetapi dengan 6 (enam) fitur histogram mampu memiliki hasil evaluasi yang sama dengan 20 (dua puluh) fitur GLCM. GLRM memiliki hasil evaluasi yang paling rendah dengan nilai akurasi, sensitivitas, specificitas, PPV, NPV dan kappa masing-masing adalah 79,41%, 84,21%, 73,33%, 80,00%, 78,57% dan 0,5795. Nilai kappa 0,5795 menunjukkan kategori klasifikasi gagal.

Dalam meningkatkan hasil evaluasi pada penelitian ini mengkombinasikan setiap fitur, berdasarkan hasil eksperimen dengan mengkombinasikan setiap fitur didapatkan hasil evaluasi terbaik dengan menggabungkan fitur histogram dengan GLCM dengan nilai akurasi, sensitivitas, specificitas, PPV, NPV dan kappa masing-masing adalah 97,06%, 98,31%, 95,35%, 96,67%, 97,62% dan 0,9395. Hasil evaluasi yang diperoleh sama dengan hasil evaluasi menggunakan fitur histogram atau fitur GLCM, akan tetapi dengan mengkombinasi fitur i rata-rata hasil evaluasi diatas 93% dan nilai kappa diatas 0,8 yang menunjukkan kategori nilai klasifikasinya baik. Berdasarkan hasil bahwa metode ekstraksi fitur yang terbaik adalah dengan menggunakan fitur histogram.

IV. PEMBAHASAN

Analisis tekstur dan klasifikasi dengan menggunakan metode MLP pada citra leher rahim menggunakan 102 citra USG dilakukan dengan 4 (empat) tahap yaitu pra-pengolahan, segmentasi, ekstraksi fitur dan klasifikasi. Dengan menggunakan fitur tekstur dengan metode statistik yaitu metode histogram dengan 6 (enam) fitur, GLCM dengan 20 (dua puluh) fitur dan GLRM dengan 7 (tujuh) fitur kemudian setiap hasil fitur diklasifikasikan menggunakan metode MLP. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa metode histogram dan GLCM memiliki hasil terbaik.

Untuk meningkatkan hasil evaluasi pada penelitian ini dilakukan dengan mengkombinasi fitur histogram, GLCM dan GLRM. Hasil perbandingan evaluasi menunjukkan kombinasi antara histogram dan GLCM memiliki hasil terbaik akan tetapi hasil yang diperoleh sama dengan menggunakan histogram saja atau GLCM saja. Akan tetapi dengan mengkombinasi fitur hasil evaluasi setiap kombinasi fitur memiliki hasil evaluasi diatas 93% dan kappa diatas 0,8. Ini menunjukkan dengan kombinasi fitur dapat memperbaiki hasil evaluasi dari hanya menggunakan fitur GLRM saja.

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini mengusulkan sebuah metode klasifikasi nodul kanker leher rahim berdasarkan analisis tekstur. Metode yang diusulkan terdiri atas beberapa langkah yang terdiri dari pre-pengolahan, segmentasi, ekstraksi fitur dan klasifikasi. Metode ini berhasil mengklasifikasikan nodul leher rahim pada citra USG menjadi 2 (dua) kategori yaitu solid dan kistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mencapai akurasi 97,06%, sensitivitas 98,31%, spesifisitas 95,35%, PPV 96,67%, NPV 97,62% dan kappa 0,9395 dengan menggunakan 6 (enam) fitur histogram. Penelitian ini berguna untuk membantu ahli radiologi dalam mengklasifikasikan nodul kanker leher rahim pada citra USG. Hal ini juga diharapkan menjadi pendapat kedua dalam pengambilan keputusan. Selanjutnya metode yang diusulkan dalam penelitian ini dapat direkomendasikan sebagai salah satu bagian dari *computer aided diagnosis* (CAD) kanker rahim. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan seleksi fitur dalam setiap metode yang telah diujikan untuk dapat meningkatkan hasil evaluasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. N. Cao, X. C. Chai, H. H. Zhang, and Q. Zheng, "Two zinc(II) carboxyarylphosphonates with unusual polynuclear Zn(II) units: Syntheses and crystal structures," *Jiegou Huaxue*, vol. 30, no. 6, pp. 775–784, 2011.
- [2] J. Oliver, "济無No Title No Title," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [3] M. Rahmawaty, H. A. Nugroho, Y. Triyani, I. Ardiyanto, and I. Soesanti, "Classification of breast ultrasound images based on texture analysis," in *2016 1st International Conference on Biomedical Engineering (IBIOMED)*, 2016, pp. 84–89.
- [4] T. Fawcett, "An introduction to ROC analysis," *PATTERN Recognit. Lett.*, vol. 27, no. 8, pp. 861–874, 2006.
- [5] C. Muñoz-Meza and W. Gómez, "A feature selection methodology for breast ultrasound classification," *2013 10th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (CCE)*, pp. 245–249, 2013.
- [6] Y. N. Cao, X. C. Chai, H. H. Zhang, and Q. Zheng, "Two zinc(II) carboxyarylphosphonates with unusual polynuclear Zn(II) units: Syntheses and crystal structures," *Jiegou Huaxue*, vol. 30, no. 6, pp. 775–784, 2011.
- [7] J. Oliver, "济無No Title No Title," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [8] M. Rahmawaty, H. A. Nugroho, Y. Triyani, I. Ardiyanto, and I. Soesanti, "Classification of breast ultrasound images based on texture analysis," in *2016 1st International Conference on Biomedical Engineering (IBIOMED)*, 2016, pp. 84–89.
- [9] T. Fawcett, "An introduction to ROC analysis," *PATTERN Recognit. Lett.*, vol. 27, no. 8, pp. 861–874, 2006.

- [10] C. Muñoz-Meza and W. Gómez, "A feature selection methodology for breast ultrasound classification," *2013 10th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (CCE)*, pp. 245–249, 2013.