



Jurnal Politeknik Caltex Riau

Terbit Online pada laman <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jkt/>

| e- ISSN : 2460-5255 (Online) | p- ISSN : 2443-4159 (Print) |

Ekstraksi Ciri Nodul Payudara Pada Citra Ultrasonografi Berdasarkan Fitur Posterior Menggunakan Metode Block Difference

Tianur¹, dan Edilla²

¹Politeknik Caltex Riau, email: tian@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, email: edilla@pcr.ac.id

Abstrak

Pemeriksaan USG merupakan salah satu cara yang paling sering digunakan untuk skrining kanker payudara namun hasilnya sangat subjektif. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu mendiagnosa keganasan kanker payudara dari berbagai parameter, salah satunya parameter posterior. Fitur posterior yang digunakan ada tiga kelas yaitu posterior enhancement, posterior shadow dan no feature posterior. Dalam beberapa kasus posterior, fitur dari posterior shadow dan no feature memiliki karakteristik yang sangat mirip. Hal ini membuat para ahli radiologi menilai berbeda.

Penelitian ini mengusulkan metode sederhana yaitu dengan mengekstraksi area yang diduga memiliki ciri posterior dan ciri latar belakang. Dataset yang digunakan terdiri atas 121 citra USG payudara yang dikelompokkan menjadi 84 kasus posterior enhancement, 16 kasus posterior shadow, dan 21 kasus no feature posterior. Tahap awal, pra pengolahan citra nodul kanker payudara dimulai dengan mem-filter citra yang telah di-crop menggunakan adaptive median filter. Pra pengolahan citra USG payudara dilakukan untuk menghilangkan noise, marker dan label. Kemudian melakukan proses segmentasi. Citra hasil segmentasi di ekstraksi ciri dengan cara pengambilan nilai rata-rata intensitas dari area bawah nodul citra dengan menggunakan metode block difference. Proses klasifikasi menggunakan Multilayer Perseptron pada citra nodul payudara mampu mencapai akurasi 86,77%.

Kata kunci: Citra USG, adaptive median filter, block difference, multilayer perseptron

Abstract

Ultrasound check-up is one of the most commonly used methods for screening for breast cancer but the result is highly subjective on the operator. Therefore, we need a system that is able to diagnose the malignancy of breast cancer from various parameters, one of which is the posterior parameter. There are three posterior characteristics used, namely posterior enhancement, posterior shadow and no feature posterior. In some posterior cases, the features of posterior shadow and no feature have very similar characteristics. This matter made radiologists judge differently.

This study proposes a simple method, namely by extracting areas suspected to have posterior and background characteristics. The dataset used consisted of 121 breast ultrasound images grouped into 84 posterior enhancement cases, 16 posterior shadow cases, and 21 no feature cases. The initial stage, pre-processing of breast cancer nodules image begins with filtering the image that has been cropped using an adaptive median filter. Pre processing of breast ultrasound image

processing is done to eliminate noise, markers and labels. Then do the segmentation process. Image segmentation results in feature extraction by taking the average value of intensity from the area under the image nodules by the block difference method. The results of the classification use multilayer perseptron on breast nodule images were able to achieve an accuracy of 86.77%.

Keywords: *Ultrasound Images, adaptive median filter, block difference, multilayer perseptron*

1. Pendahuluan

Kanker merupakan segolongan penyakit yang timbul karena pertumbuhan sel yang tidak terkontrol yang berpotensi untuk menyerang atau menyebar ke bagian lain dari tubuh [1]. Kanker payudara adalah salah satu jenis kanker yang paling ditakuti oleh para wanita di dunia yang juga merupakan kanker yang cukup mematikan. Sebuah survei medis di Amerika baru-baru ini mengungkapkan bahwa terjadi kanker payudara pada 30% dari semua kanker pada wanita dan hal itu juga menyebabkan 23% dari kematian akibat kanker[1]. Kanker payudara menjadi sangat berbahaya bagi wanita, dapat menyebabkan hilangnya payudara atau mungkin bahkan hidup mereka[2]. Kanker payudara adalah penyebab utama kedua kematian akibat kanker di wanita setelah kanker paru-paru [1][3]. Dengan tingginya angka kematian yang ditimbulkan oleh kanker payudara ini maka perlu sekali bagi seorang perempuan untuk mengetahui cara untuk mendeteksi kanker payudara ini agar dapat dicegah sedini mungkin.

Pemeriksaan ultrasonografi (USG) merupakan salah satu cara yang paling sering digunakan untuk skrining kanker payudara namun hasilnya sangat subjektif. Pemeriksaan USG dapat dipadukan dengan teknik pengolahan citra sehingga dapat membantu diagnosa dokter. Dalam proses penentuan ganas atau tidaknya sebuah nodul kanker payudara dipengaruhi oleh fitur *posterior* yang dimiliki nodul kanker payudara. Fitur *posterior* ini hanya dapat diamati pada citra dari mesin USG. Fitur *posterior* ini sering diabaikan saat proses pengolahan citra menggunakan citra ultrasonografi. Padahal fitur *posterior* ini cukup berpengaruh dalam menentukan ganas atau tidaknya nodul kanker payudara. Fitur *posterior* sendiri dibagi menjadi empat macam yaitu *no feature posterior*, *enhancement*, *shadow* dan *combined pattern* (kombinasi). Namun dalam penelitian ini, hanya membaginya menjadi tiga macam saja. Fitur *shadow* dan *combined pattern* cenderung menunjukkan kanker ganas sehingga para ahli radiologi menggabungkannya sebagai fitur *shadow*, sedangkan *No feature posterior* dan *enhacement* cenderung menunjukkan kanker jinak. Masalah yang timbul adalah bagaimana cara membedakan ciri *posterior* yang terdapat pada citra ultrasonografi tersebut dengan latar belakangnya. Hal ini disebabkan citra ciri *posterior* pada citra ultrasonografi dan latarnya sangat mirip sehingga cukup sulit dibedakan.

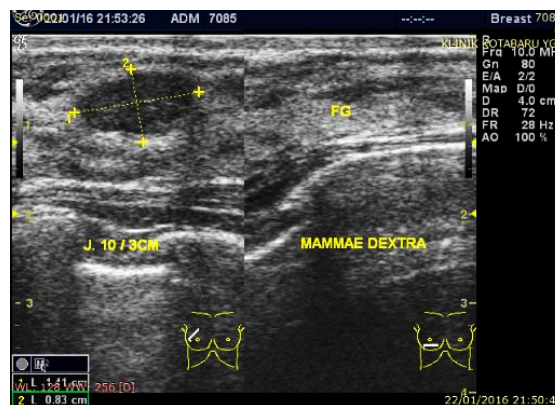
Beberapa peneliti yang juga memanfaatkan karaktersitik *posterior* sebagai salah satu modalitas untuk proses klasifikasi. Horsch dkk [4] melakukan pada proses segmentasi berdasarkan beberapa ciri, antara lain DWR (*depth-to-width*) yang digunakan untuk fitur bentuk, NRG (*normalized radial gradien*) yang digunakan untuk mencari karakteristik batas atau margin, COR yang digunakan untuk mengenali tekstur dari citra ultrasonografi dan MSD (*minimum side difference*) yang digunakan untuk mengenali fitur *posterior* dari nodul payudara. Madabhushi dkk [5] melakukan proses pemisahan antara nodul dan *posterior shadow* pada citra ultrasonografi. Fitur *posterior shadow* digunakan sebagai penanda lokasi nodul pada citra ultrasonografi dengan memanfaatkan nilai intensitas yang rendah sebagai acuan. Zhou dkk [6] dan Cheng dkk [7] melakukan proses klasifikasi nodul pada citra ultrasonografi yang memiliki karakteristik *Posterior Acoustic Shadow* (PAS). Nodul yang memiliki *posterior shadow* digunakan untuk membedakan nodul ganas atau nodul jinak dengan cara mengekstrak setengah kontur nodul yaitu nodul bagian atas. Cui dkk [8] mengenali karakteristik dari fitur *posterior* akustik pada citra ultrasonografi menggunakan *artificial neural network*.

Dalam penelitian ini kami ingin mengusulkan sebuah metode yang digunakan untuk membedakan fitur *posterior* pada citra ultrasonografi yaitu metode *Block Difference*. Metode ini belum pernah digunakan untuk menggali ciri yang terdapat pada area *posterior* dari nodul citra ultrasonografi. Cara kerja metode ini adalah dengan cara membagi area yang merupakan letak fitur *posterior* menjadi beberapa bagian lalu diproses pada masing-masing bagian untuk mendapatkan nilai cirinya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Citra Ultrasonografi (USG) Payudara

Citra Ultrasonografi (USG) merupakan citra yang dihasilkan oleh mesin USG. Selain biaya yang relatif murah, mesin USG banyak digunakan dalam bidang medis karena beberapa kelebihanannya, antara lain aman dari radiasi, hampir dimiliki oleh seluruh instansi kesehatan, cepat dan mudah penggunaannya serta dapat digunakan untuk memeriksa organ dalam tanpa harus melukai pasien. Pemeriksaan payudara menggunakan USG merupakan yang paling umum dan banyak dilakukan. Sifatnya yang fleksibel membuat USG mampu menjangkau area yang lebih luas.



Gambar 1. Citra USG Payudara

Gambar 1 menunjukkan citra USG payudara dari salah satu mesin USG. Pemeriksaan USG sangat efektif untuk menemukan nodul yang kemudian digunakan untuk mencari ketidaknormalan atau kelainan pada nodul tersebut. Pemeriksaan USG juga dapat digunakan untuk memeriksa kelainan pada nodul seperti keluarnya cairan yang tidak normal, adanya benjolan, perubahan warna kulit maupun pembesaran pada kelenjar bawah ketiak.

2.2 Ciri Keganasan Nodul Kanker Payudara berdasarkan BIRADS

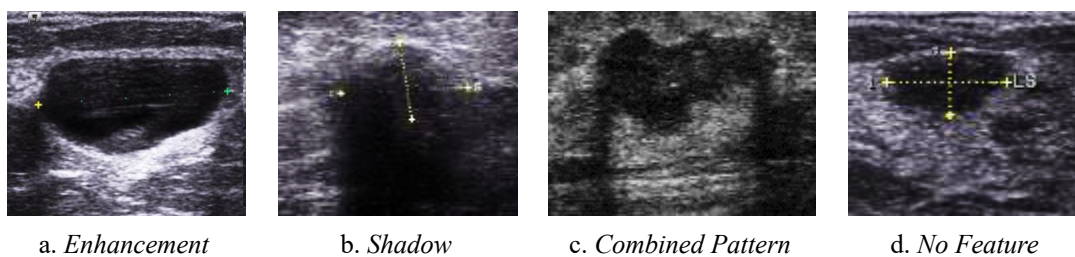
Kemampuan USG yang mampu menampilkan bentuk, orientasi, batas tepi, ekogenitas, gambar posterior dan efek jaringan disekitarnya, membuat USG menjadi alat yang mampu memprediksi tingkat keganasan nodul kanker payudara yang pada awalnya menggunakan USG hanyalah sebagai pemeriksaan untuk membedakan nodul kistik atau nodul solid yang teraba. Sifat-sifat atau karakteristik nodul digunakan untuk sebagai landasan untuk membedakan nodul jinak dan nodul ganas. Karakter tersebut di tuangkan dalam BIRADS (*Breast Imaging, Reporting, & Data System*) untuk standarisasi pemeriksaan dan pelaporan hasil interpretasi citra. Dalam BIRADS, karakteristik nodul ini dikelompokkan menjadi beberapa ciri atau fitur seperti yang terdapat pada Tabel 1 [9].

Tabel 1. Karakteristik nodul payudara berdasarkan BIRADS [9]

Karakteristik USG	Kelas
Bentuk	Oval
	Bulat
	Irregular
Orientasi	Paralel (<i>Wider than tall</i>)
	Nonparalel (<i>Taller than wide</i>)
Batas	<i>Circumscribed</i>
	<i>Not Circumscribed:</i>
	- <i>Indistinct</i> (mengabur)
	- Angular - Mikrolobulasi - Spikulasi
Ekogenitas	Anekoik
	Hiperekoik
	Kista kompleks dan solid
	Hipoekoik
	Isoekoik
	Heterogen
Fitur posterior	Tanpa fitur posterior
	Enhancement
	Shadow
	Kombinasi

2.3 Karakteristik Posterior pada Citra Ultrasonografi

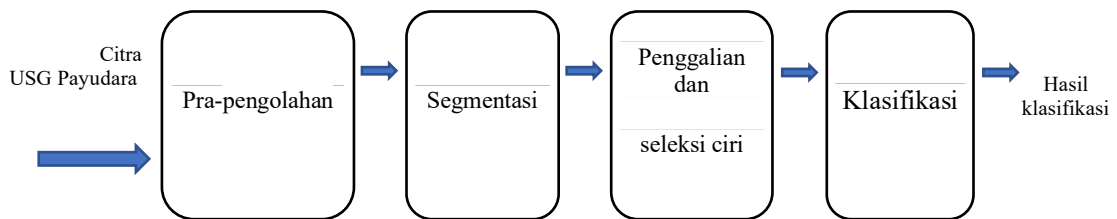
Fitur *posterior* merupakan salah satu ciri atau karakteristik yang dimiliki oleh nodul payudara. Karakteristik *posterior* ini tercantum dalam daftar BIRADS yang menunjukkan sifat dari sebuah nodul pada citra USG. Fitur posterior ini terdiri dari beberapa kategori yaitu *enhancement*, *shadow*, *combined pattern* (kombinasi) dan *no posterior feature* (tanpa fitur posterior). Karakteristik nodul berdasarkan fitur *posterior* terlihat di Gambar 2.

Gambar 2. Karakteristik *posterior* nodul payudara

Enhancement merupakan ciri yang dimiliki oleh nodul payudara berupa area terang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.a. Ciri *shadow* memiliki area gelap disekitar bawah nodul payudara seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.b. Ciri *combined pattern* memiliki area gelap dan terang di bagian bawah nodul seperti pada Gambar 2.c. sedangkan ciri tanpa fitur (*no feature posterior*) tidak memiliki area gelap ataupun terang di bagian bawah nodul seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.d. Umumnya nodul ini memiliki ciri *enhancement* dan ciri *no feature* menunjukkan karakter jinak, sedangkan ciri *shadow* dan *combined pattern* lebih menunjukkan karakter ganas[9].

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, citra yang digunakan diperoleh dengan izin dari salah satu rumah sakit di Yogyakarta sebanyak 121 data citra nodul kanker payudara yang terdiri dari nodul dengan *posterior enhancement*, *posterior shadow* dan *no feature posterior*. Disini kami melakukan beberapa proses pengolahan citra agar hasil yang diperoleh menjadi maksimal. Adapun proses-proses tersebut adalah proses pra-pengolahan, proses segmentasi, proses penggalan atau ekstraksi ciri dan proses klasifikasi yang digambarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alur proses klasifikasi

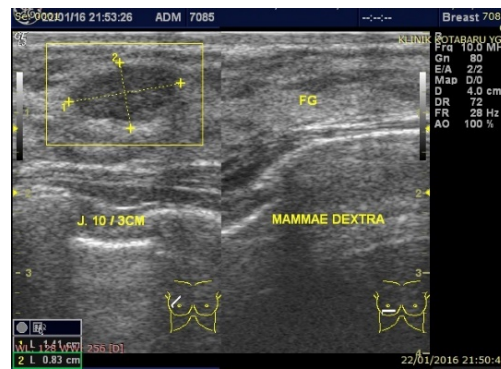
3.1 Pra-Pengolahan citra

Dalam tahap ini citra tidak dapat langsung diproses, karena pada citra ini masih mengandung *speckle noise*, *marker* dan *label*, dan citra masih dalam ukuran besar. Dalam tahap ini dilakukan beberapa proses citra untuk mendapatkan citra yang siap diolah untuk tahap selanjutnya. Penapisan citra atau yang disebut dengan *filtering* dilakukan untuk menghilangkan gangguan seperti *speckle noise* dan tanda (*marker*) dari dokter radiologi.

Pada proses ini sedapat mungkin *speckle noise* dan *marker* dihilangkan agar tidak mengganggu pada proses selanjutnya. Perbaikan kualitas citra bertujuan untuk meningkatkan kualitas tampilan citra untuk penglihatan manusia, atau mengubah citra ke dalam format yang lebih baik sehingga menjadi lebih mudah diolah oleh komputer. Pada penelitian ini dilakukan prapengolahan berupa penghilangan *marker/label* menggunakan tapis *adaptif median*, normalisasi dan penghilangan *speckle noise*.

1. Penentuan area nodul atau *Region of Interest (RoI)*

Proses selanjutnya adalah menentukan area nodul dari citra USG yang digunakan pada sistem atau biasa disebut dengan proses RoI (*Region of Interest*). Area nodul ini ditentukan secara manual oleh operator atau dokter radiologi, hal ini dilakukan agar area kerja dari sistem menjadi lebih fokus pada bagian nodulnya saja. Umumnya area tersebut diberi tanda kotak pada sekitar nodul seperti yang ditunjukkan Gambar 4, setelah area nodul ditentukan secara visual, setelah itu dilakukan proses *cropping* atau pemotongan pada citra untuk mengubah area dan ukuran citra sesuai dengan area yang telah ditentukan.



Gambar 4. Contoh masukan citra USG

Ukuran pemotongan (*cropping*) yang dilakukan berdasarkan area nodul yang sudah diberi tanda oleh dokter radiologi. Area pemotongan tidak harus sama persis dengan area RoI dari dokter radiologi, yang penting area nodul masuk ke dalam area yang akan dipotong dengan menyisakan sedikit area disekitarnya agar tidak terlalu sempit dan dokter radiologi masih dapat melihat gambar jaringan disekitar area nodul tersebut.



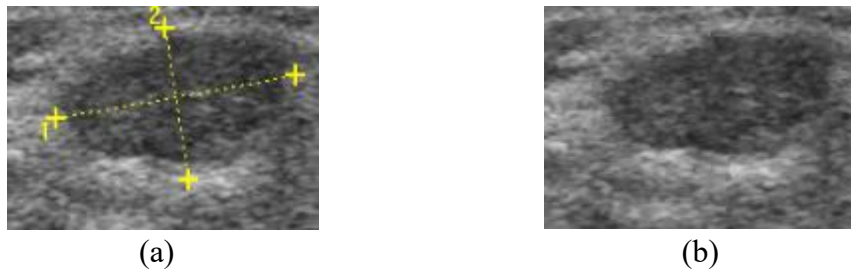
Gambar 5. Proses RoI pada nodul yang mengandung posterior enhancement: (a) Citra USG nodul payudara (b) Hasil RoI Citra USG nodul payudara

Gambar 5.a menunjukkan citra nodul payudara dari mesin USG dan hasil RoI oleh dokter radiologi. Sedangkan Gambar 5.b menunjukkan hasil *crop* dari citra nodul payudara.

2. Adaptive median filter

Adaptive median filter digunakan untuk menghilangkan atau mengurangi gangguan berupa tanda *marker* atau *label* pada citra yang dibuat oleh dokter radiologi sebagai penanda klinis. *Marker* ini biasanya dibuat untuk memberikan informasi misalnya berupa ukuran, bentuk atau posisi yang dibuat secara manual oleh dokter agar dapat digunakan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan ataupun penanganan medis. *Median filter* sendiri merupakan *filter non-linear* yang bekerja dengan cara mengganti nilai piksel dengan nilai tengah dari piksel-piksel sekitarnya yang masuk area *window* yang ditentukan. Meskipun *median filter* mampu mempertahankan tepi citra namun citra yang dihasilkan akan tampak blur. Untuk itulah dikembangkannya tapis *median* menjadi tapis *adaptif median* (*adaptive median filter*) ini agar meningkatkan kualitas citra tanpa merusak atau menghilangkan informasi yang ada pada citra.

Dalam menghilangkan tanda *marker* dan *label*, *adaptive median filter* memiliki kemampuan yang cukup baik untuk menghilangkan tanda tersebut dengan tetap mempertahankan tepi citra dan nilai informasi citra [10]. *Adaptive median filter* ini merupakan pengembangan dari teknik *median filter* yang mampu mempertahankan tepi dan menghasilkan citra yang tidak blur [11].

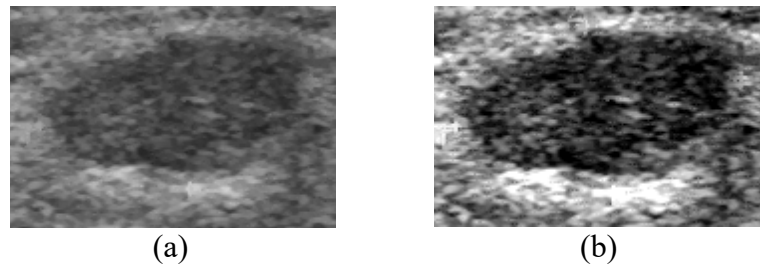


Gambar 6. Proses unmark menggunakan Adaptive Median Filter (a) Citra USG sebelum proses unmark, (b) Citra USG setelah proses unmark

Pada Gambar 6.a menunjukkan citra yang masih memiliki *marker* yang dibuat oleh dokter, sedangkan pada Gambar 6.b merupakan citra hasil proses *filter* yang membuat tanda *marker* menjadi hilang.

3. Normalisasi

Normalisasi pada citra merupakan proses penstandaran yang dilakukan pada citra agar spesifikasi citra memiliki karakteristik sesuai yang diinginkan. Normalisasi histogram merupakan salah satu metode normalisasi yang menskalakan nilai piksel secara linear. Tujuan utama dari normalisasi ini adalah agar citra yang dihasilkan menjadi lebih tajam.

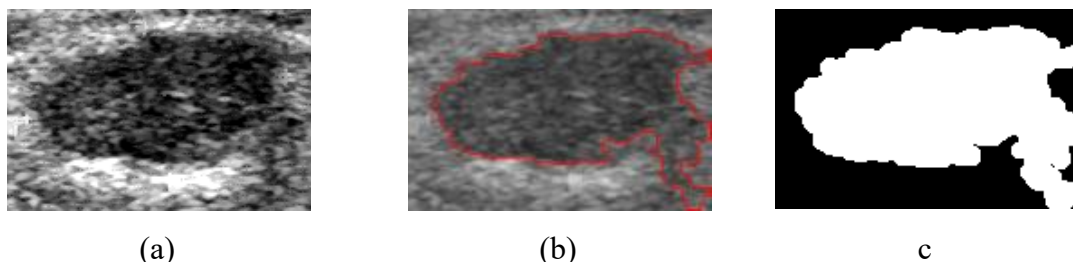


Gambar 7. (a) Citra USG hasil unmark, (b) Citra USG setelah normalisasi

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.b, secara visual citra hasil normalisasi tampak lebih jelas dan tajam sehingga batas nodul pada citra ultrasonografi payudara lebih mudah diidentifikasi. Dengan ini diharapkan proses segmentasi akan menjadi lebih baik.

3.2 Segmentasi

Proses segmentasi citra ini berbasis *active contour* akan dilakukan pada gambar yang telah mengalami prapengolahan. Segmentasi citra dilakukan untuk memisahkan nodul terhadap latarnya (*background*).

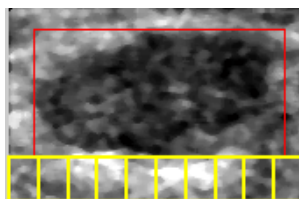


Gambar 8. (a) Citra USG hasil Pra Pengolahan, (b) Citra USG hasil segmentasi, (c) Citra biner hasil segmentasi

Gambar 8.b dan Gambar 8.c menunjukkan hasil proses segmentasi yang dilakukan pada citra nodul payudara agar tampak lebih jelas batasannya.

3.3 Ekstraksi Ciri

Proses ekstraksi ciri atau penggalian ciri pada citra USG payudara dalam penelitian ini mengusulkan metode *block difference* (BD) yaitu dengan perbandingan nilai intensitas area-area yang telah dipisahkan menggunakan proyeksi citra. Metode *block difference* sendiri yaitu mengambil area *posterior* pada citra lalu membaginya menjadi 10 bagian atau blok area, kemudian mencari nilai rata-rata intensitas pada 10 blok area tersebut.



Gambar 9. Pembagian area citra berwarna kuning dengan metode *Block Difference*

Pada Gambar 9, kotak merah menunjukkan area nodul dari citra USG payudara, sedangkan kotak kuning menunjukkan 10 area pembagian yang dilakukan dengan *Block Difference* yang kemudian masing-masing blok dihitung nilai intensitas rata-ratanya dan dijadikan ciri dari citra tersebut.

4. Hasil Klasifikasi

Hasil ekstraksi ciri yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya digunakan untuk proses akhir yaitu klasifikasi. Pada proses klasifikasi ini, citra USG nodul payudara ini dikelompokkan berdasarkan karakteristik posterior seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya. Proses klasifikasi ini dilakukan menggunakan algoritme *multilayer perseptron* dengan prosedur *K-Fold validation* dengan jumlah *fold* adalah 4 pada *software* Weka dengan cara membandingkan hasil klasifikasi sebelum dan setelah seleksi fitur dari beberapa fitur yang digunakan. Evaluasi hasil klasifikasi dari 121 citra USG payudara menggunakan ekstraksi ciri *Block Difference* yang ditunjukkan oleh *confusion matrix* seperti pada Tabel 2. *True Positive* (TP) merupakan banyaknya nodul yang positif diprediksi dengan positif. *True negative* (TN) merupakan banyaknya nodul yang negatif diprediksi dengan negatif. *False Positive* (FP) merupakan banyaknya nodul yang negatif diprediksi positif atau lebih dikenal positif palsu. *False Negative* (FN) merupakan jumlah nodul yang positif diprediksi negative.

Tabel 2. Confusion Matrix

		Enhancement			Shadow			No Feature Posterior		
		Prediksi			Prediksi			Prediksi		
Aktual	E	79	1	4	79	1	4	79	1	4
	S	0	10	6	0	10	6	0	10	6
	N	8	5	8	8	5	8	8	5	8
		TP1 = 79			TP2 = 10			TP3 = 8		
		TN1 = 29			TN2 = 99			TN3 = 90		
		FP1 = 8			FP2 = 6			FP3 = 10		
		FN1 = 5			FN3 = 6			FN3 = 13		

Dari data Tabel 2. menunjukkan bahwa nilai evaluasi pada kelas *enhancement*, *shadow* dan *no feature* dari ciri nodul payudara dihitung berdasarkan banyaknya data yang diprediksi benar ataupun yang diprediksi salah. Banyaknya ciri Posterior Enhancement yang diprediksi dengan benar atau biasa dikenal *True Positive* (TP) berjumlah 79 dari 84. Sedangkan untuk ciri *Posterior Shadow* berjumlah 10 dari 16 dan *No Feature* berjumlah 8 dari 21. Hasil perhitungan nilai *average accuracy*, *error rate*, *micro precision*, *micro recall*, *micro F-score*, *macro precision*, *macro recall* dan *macro F-score* dari masing-masing kelas ditunjukkan pada tabel Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran

Pengukuran	Hasil
Average accuracy	0.867769
Error rate	0.132231
Micro precision	0.801653
Micro recall	0.801653
Micro F-score	0.801653
Macro precision	0.659163
Macro recall	0.64881
Macro F-score	0.653946

Nilai *average accuracy* merupakan rata-rata rasio prediksi Benar (positif dan negatif) dengan keseluruhan data yaitu sebesar 86,77%. Nilai *error rate* merupakan nilai rata-rata kesalahan prediksi (positif dan negatif) yang terjadi pada proses klasifikasi yaitu sebesar 13,22%. Nilai precision dan recall baik yang micro maupun macro menunjukkan nilai yang cukup baik untuk kehandalan sistem klasifikasi.

5. Diskusi

Hasil pengujian yang didapatkan masih terdapat kesalahan prediksi oleh sistem. Kesalahan prediksi ini disebabkan pada kesamaan ciri yang dimiliki oleh masing-masing nodul. Ciri yang dimiliki oleh sebagian nodul dengan fitur *enhancement* juga memiliki ciri yang dipunyai oleh nodul dengan fitur *shadow* dan *no feature*, begitu pula sebaliknya. Ciri pada nodul *shadow* memiliki ciri yang dipunyai oleh nodul dengan fitur *enhancement* dan *no feature*. Sedangkan ciri pada nodul *no-feature* juga memiliki ciri yang dipunyai oleh nodul dengan fitur *enhancement* dan *shadow*. Hal ini menyebabkan turunnya tingkat keberhasilan prediksi dengan menggunakan metode *block difference*. Namun demikian, metode ini mampu menunjukkan hasil yang cukup memuaskan. Hasil klasifikasi citra nodul payudara menggunakan metode *block difference* mampu mencapai akurasi 86,78%. Data ini menunjukkan bahwa metode ini cukup baik untuk digunakan sebagai referensi atau rujukan dalam penentuan hasil diagnosis.

6. Kesimpulan

Metode *block difference* sebagai salah satu metode ekstraksi ciri, dapat digunakan untuk menggali ciri pada citra nodul payudara dengan cukup baik seperti hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Ini juga berarti metode *block difference* juga dapat dijadikan acuan dokter untuk mengambil keputusan. Dalam proses klasifikasi, beberapa nodul pada kasus yang berbeda memiliki ciri yang sangat mirip, sehingga sistem kesulitan dalam mengklasifikasikannya. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan citra ultrasonografi yang tidak memiliki *marker*

atau *label*, karena proses *filter* dapat menurunkan kualitas citra ultrasonografi dan menyebabkan menurunnya hasil klasifikasi.

Daftar Pustaka

- [1] American Cancer Society, “Facts & Figures 2019,” *Am. Cancer Soc.*, pp. 1–76, 2019, [Online]. Available: <https://www.cancer.org/content/dam/cancer-org/research/cancer-facts-and-statistics/annual-cancer-facts-and-figures/2019/cancer-facts-and-figures-2019.pdf>.
- [2] S. Ghosh, S. Mondal, and B. Ghosh, “A comparative study of breast cancer detection based on SVM and MLP BPN classifier,” in *Automation, Control, Energy and Systems (ACES), 2014 First International Conference on*, 2014, pp. 1–4.
- [3] K. E. Maturen, A. P. Wasnik, J. E. Bailey, E. G. Higgins, and J. M. Rubin, “Posterior acoustic enhancement in hepatocellular carcinoma,” *J. Ultrasound Med.*, vol. 30, no. 4, pp. 495–499, 2011.
- [4] K. Horsch, M. L. Giger, L. A. Venta, and C. J. Vyborny, “Automatic segmentation of breast lesions on ultrasound,” *Med. Phys.*, vol. 28, no. 8, pp. 1652–1659, 2001, doi: 10.1118/1.1386426.
- [5] A. Madabhushi, Y. Peng, M. Rosen, and S. Weinstein, “Distinguishing lesions from posterior acoustic shadowing in breast ultrasound via non-linear dimensionality reduction,” *Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. - Proc.*, pp. 3070–3073, 2006, doi: 10.1109/IEMBS.2006.260189.
- [6] Z. Zhou *et al.*, “Classification of benign and malignant breast tumors in ultrasound images with posterior acoustic shadowing using half-contour features,” *J. Med. Biol. Eng.*, vol. 35, no. 2, pp. 178–187, 2015, doi: 10.1007/s40846-015-0031-x.
- [7] Y.-S. Chen, W.-R. Chen, and P.-H. Tsui, “Contour extraction for breast tumor in ultrasound image,” in *Proceedings - International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, 2014, vol. 2, doi: 10.1109/ICMLC.2014.7009664.
- [8] J. Cui *et al.*, “Characterization of posterior acoustic features of breast masses on ultrasound images using artificial neural network,” in *Medical Imaging*, 2008, p. 691521.
- [9] “ACR BI-RADS Atlas,” *Igarss 2014*, pp. 1–5, 2014.
- [10] M. Rahmawaty, H. A. Nugroho, Y. Triyani, I. Ardiyanto, and I. Soesanti, “Classification of breast ultrasound images based on texture analysis,” in *Proceedings of 2016 1st International Conference on Biomedical Engineering: Empowering Biomedical Technology for Better Future, IBIOMED 2016*, 2017, pp. 1–6, doi: 10.1109/IBIOMED.2016.7869825.
- [11] H. D. Cheng, J. Shan, W. Ju, Y. Guo, and L. Zhang, “Automated breast cancer detection and classification using ultrasound images: A survey,” *Pattern Recognit.*, vol. 43, no. 1, pp. 299–317, Jan. 2010, doi: 10.1016/j.patcog.2009.05.012.