

KLASIFIKASI FUZZY UNTUK DIAGNOSA KANKER SERVIKS

Yushaila Nur Sajida W.¹, Dhoriva Urwatul W.², Agus Maman Abadi³

¹Program Studi Matematika FMIPA UNY

^{2,3}Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY

¹shai_genzai_desu@yahoo.com, ²dhoriva@yahoo.com, ³agusmaman@uny.ac.id

ABSTRAK

Deteksi kanker serviks sangatlah penting untuk membedakan serviks yang terinfeksi atau yang tidak, agar dapat dilakukan penanganan dengan cepat dan tepat. Penelitian-penelitian untuk mendeteksi kanker serviks secara cepat dan akurat terus dilakukan. Salah satu caranya adalah dengan klasifikasi *fuzzy*. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengklasifikasi stadium kanker serviks dengan menggunakan model *fuzzy*.

Proses klasifikasi dengan model *fuzzy* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: (1) Mengubah gambar kanker serviks ke dalam tipe *grayscale* dan diekstrak menggunakan *gray level co-occurrence matrix* (GLCM) dengan MATLAB, (2) Ekstrak gambar yang diperoleh akan menjadi *input-input* dalam proses pengklasifikasian dengan model *fuzzy* yaitu entropi, kontras, korelasi, energi, homogenitas, *inverse difference moment* (IDM), *sum varians*, probabilitas maksimum dan disimilaritas, (3) Di setiap *input* didefinisikan himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan segitiga, (4) Dibangun aturan *fuzzy* dari data training, (5) Dilakukan defuzzifikasi menggunakan *center average defuzzifier*, (6) Model *fuzzy* yang terbentuk digunakan untuk diagnosa kanker serviks.

Kata Kunci: diagnosa kanker serviks, model *fuzzy*, stadium kanker serviks

A. PENDAHULUAN

Kanker serviks atau disebut juga kanker leher rahim merupakan salah satu penyakit kanker yang paling banyak ditakuti oleh wanita karena setiap wanita beresiko terkena virus ini. Banyak pengidap kanker serviks baru menyadari setelah melakukan pemeriksaan untuk pengobatan dan didiagnosis bahwa stadium kankernya sudah akut. Pada stadium lanjut kanker serviks dapat menyebar ke organ-organ tubuh lainnya. Pada tahap awal atau pra-kanker, kanker serviks biasanya tidak memiliki tanda-tanda atau gejala. Untuk itu pemeriksaan dini sangatlah diperlukan dalam upaya pencegahan atau mengetahui tingkat klasifikasi penyakit sehingga tahu tindakan apa yang harus dilakukan.

Beberapa teknik pemeriksaan dini untuk mengetahui kanker serviks yaitu dengan tes *pap smear*, tes IVA (Inspeksi Visual Asam Laktat) merupakan tes untuk mendeteksi abnormalitas sel serviks dengan mengoleskan larutan asam asetat (asam cuka 3-5%) pada leher rahim atau dengan tes kolposkopi, yaitu teropong leher rahim. Setelah hasil tes menunjukkan adanya sel abnormal kanker serviks maka dilakukan penentuan stadium kanker serviks. Penentuan stadium berdasarkan ukuran kanker, seberapa dalam kanker tumbuh serta

Makalah dipresentasikan dalam Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika dengan tema " *Penguatan Peran Matematika dan Pendidikan Matematika untuk Indonesia yang Lebih Baik*" pada tanggal 9 November 2013 di Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY

kemungkinan penyebaran kanker serviks ke kelenjar getah bening atau organ yang jauh, metastasis (cancerhelp.com).

Diperlukannya diagnosis awal kanker serviks mendorong peneliti-peneliti untuk melakukan penelitian, banyak diantara peneliti tersebut yang menggunakan sistem komputer agar dapat mendiagnosa kanker serviks. Hal ini ditujukan agar dapat membantu dokter menentukan lebih awal dimana sel kanker itu tumbuh sehingga dapat menentukan tingkat resiko kanker yang diderita.

Mat-Isa, dkk (2005) mengembangkan suatu sistem aplikasi dalam pengklasifikasian penyakit kanker serviks, metode yang digunakan adalah *radial basis fuction (RBF)* dan *multilayered perceptron (MLP)*. Sedangkan Malyshevskaya (2009) melakukan pengklasifikasian jenis jaringan yang berbeda agar dapat menentukan resiko kanker serviks dengan metode *radial basis fuction networks* dan *backpropagation* dalam pengklasifikasian.

Prediksi resiko kanker serviks juga dilakukan dengan algoritma yang didasarkan pada *fuzzy rough set* oleh Kuzhali, dkk (2010). *Fuzzy rough set* digunakan untuk menganalisis dataset demografi dan mengidentifikasi resiko kanker serviks. Selanjutnya, Rosidi, dkk (2011) menggunakan metode pelabelan gambar atau pengklasifikasian gambar yang diperoleh melalui tes *pap smear* dan diolah menggunakan *toolbox* MATLAB.

Penelitian tentang kanker serviks di Indonesia sendiri juga telah dilakukan, seperti klasifikasi hasil *pap smear* sebagai pendeteksi penyakit kanker serviks menggunakan metode *bagging logistic regression* oleh Ida Ayu Savita, dkk (2012). Kemudian, Agustin Triwahyuni (2012) melakukan penelitian tentang sistem diagnosa penyakit kanker serviks dengan menggunakan algoritma *backpropagation* berdasarkan gejala-gejala yang khas dari kanker serviks.

Penulis tertarik untuk menggunakan klasifikasi *fuzzy* untuk diagnosa kanker serviks. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan proses penentuan stadium kanker serviks dengan model *fuzzy* dan mendeskripsikan tingkat sensitivitas, spesifisitas dan keakuratan model *fuzzy*. Model *fuzzy* yang digunakan terdiri dari fuzzifikasi *singleton*, basis aturan *fuzzy*, inferensi pergandaan, dan defuzzifikasi *center average* dengan fungsi keanggotaan segitiga.

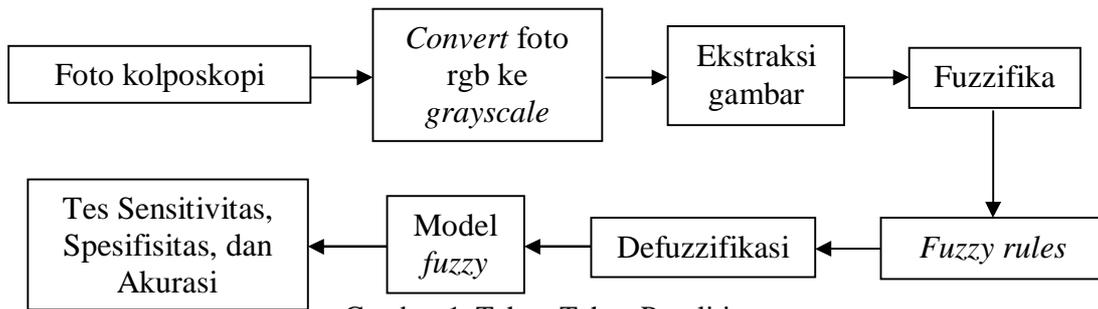
B. METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data sekunder berupa foto kolposkopi serviks normal, stadium 1, stadium 2, stadium 3, stadium 4 yang didapat dari dokumentasi-dokumentasi kesehatan yang ada di:

1. press@iarc.fr.
2. cervixpictures.net.
3. Dr. Adrian Velazquez, (displasia.com)
4. *Atlas of Visual Inspection of the Cervix with Acetic Acid (VIA)*, Johns Hopkins University.
5. *Visual Inspection of the Cervix (Flash Card Set)*, Jhpiego.
6. *Colposcopy and Treatment of Cervical Intraepithelial Neoplasia*, karya John W. Sellors dan R. Sankaranarayanan (2003).
7. *A Practical Manual on Visual Screening for Cervical Neoplasia*.(Sankaranarayanan dan Ramani S. Wesley, 2003) IARC.

Teknik Analisis Data



Gambar 1. Tahap-Tahap Penelitian

C. PEMBAHASAN

Mengubah Tipe Gambar

Data foto kolposkopi yang digunakan memiliki tipe *red green blue* (rgb) yang akan diubah menjadi tipe *grayscale* yang bekerja dalam matrik 2 dimensi. Proses mengubah tipe gambar dilakukan dengan menggunakan MATLAB (Gonzalez, dkk, 2009). Fungsi perintah yang digunakan adalah sebagai berikut:

```

o=imread('C1-1.jpg');
p=rgb2gray(o);
    
```

Hasil dari proses ini dapat dilihat dari gambar 2.



Gambar 2. Gambar Asli (RGB) dan Gambar dalam Tipe *Grayscale*

Ekstraksi Gambar

Gray level coocurrence matrix (GLCM) adalah metode pengekstrak gambar pada order kedua dalam analisis statistik gambar atau bisa diartikan GLCM bekerja pada matriks dua dimensi.

1. Entropi (Sharma, 2013)

Entropi menunjukkan jumlah informasi dari sebuah gambar yang dibutuhkan untuk mengkompres gambar. Entropi menghitung keacakan intensitas gambar. Suatu gambar, semakin tidak seragam piksel-pikselya maka entropinya akan semakin kecil, semakin besar nilai entropinya maka gambar tersebut semakin seragam. Rumus entropi (E) dari suatu gambar adalah:

$$E = \sum_{b=0}^{L-1} p(i, j) \log_2 \{p(i, j)\},$$

dengan,

- L adalah angka dari perbedaan nilai piksel-piksel yang diambil,
- p(i,j) adalah piksel di lokasi baris ke-i dan kolom ke-j.

2. Kontras

Kontras adalah perhitungan perbedaan intensitas antara piksel satu dan piksel yang berdekatan diseluruh gambar. Kontras bernilai nol untuk gambar yang konstan. Rumus untuk mencari kontras (C) suatu gambar yaitu (Sharma., 2004):

$$C = \sum_{i,j} |i - j|^2 p(i, j).$$

3. Korelasi

Korelasi adalah ukuran tingkat abu-abu ketergantungan linier antara piksel pada posisi tertentu terhadap piksel lain. Rumus untuk menentukan korelasi (C_r) dari sebuah gambar adalah (Harralick, 1973):

$$C_r = \frac{\sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} \{i \times j\} \times p(i, j) - \{\mu_x \times \mu_y\}}{\sigma_x \times \sigma_y}$$

dengan,

- μ_x, μ_y adalah rata-rata dari p_x, p_y .
- σ_x, σ_y adalah standar deviasi dari p_x, p_y .

4. Energi

Energi atau disebut juga *uniformity* atau *angular second moment* (ASM) menunjukkan nilai yang tinggi saat piksel-piksel gambar homogen. Energi akan bernilai satu apabila gambar adalah konstan. Rumus untuk menghitung energi (E_g) suatu gambar adalah (Sharma, 2013):

$$E_g = \sum_{i,j=0}^{L-1} p^2(i, j).$$

5. Homogenitas

Homogenitas menunjukkan nilai distribusi terdekat antara elemen di GLCM dengan GLCM diagonal. Homogenitas bernilai satu untuk diagonal GLCM. Rumus homogenitas (H) suatu gambar yaitu (Sharma, 2004):

$$H = \sum_{i,j=0}^{L-1} \frac{p(i, j)}{1 + |i - j|}$$

6. IDM

IDM (*Inverse Difference Moment*) atau *local homogeneity* menunjukkan kesamaan piksel. Rumus IDM (I) suatu gambar adalah (Sharma, 2004):

$$I = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i, j).$$

7. Sum Varians

Sum varians menunjukkan seberapa banyak level abu-abu (*gray level*) yang beragam dari rata-rata. Rumus untuk menghitung sum varians gambar adalah (Harralick, 1973):

$$SV = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} (i - \mu)^2 p(i, j).$$

8. Maksimum Probabilitas

Maksimum probabilitas menunjukkan tingkat abu-abu (*gray level*) yang memenuhi relasi pada persamaan entropi. Rumus untuk menghitung maksimum probabilitas (MP) adalah (Harralick, 1973):

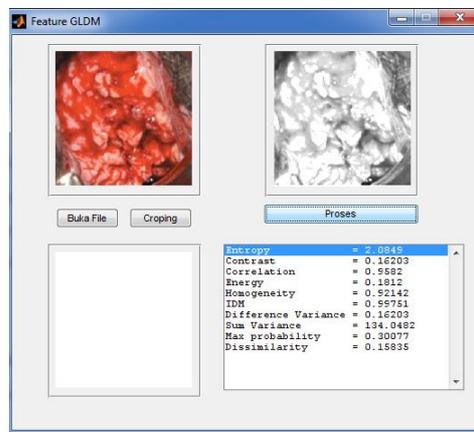
$$MP = \max_{i,j} \{p(i, j)\}.$$

9. Dissimilarity

Dissimilarity (D) menunjukkan perbedaan tiap piksel, dengan rumus (Harralick, 1973):

$$D = \sum_{i,j=0}^{L-1} p(i, j) |i - j|.$$

Untuk memudahkan dalam pengambilan data maka dibangun GUI (*Graphical User Interface*) yang akan menghasilkan tampilan sebagai berikut:



Gambar 3. Tampilan GUI dalam Ekstraksi Gambar

Fungsi Keanggotaan

Berdasarkan seluruh data diperoleh nilai minimum dan nilai maksimum dari setiap faktor, sehingga dapat ditentukan himpunan universalnya.

Tabel 1. Nilai Maksimum-Minimum dan Himpunan Universal Setiap *Input*

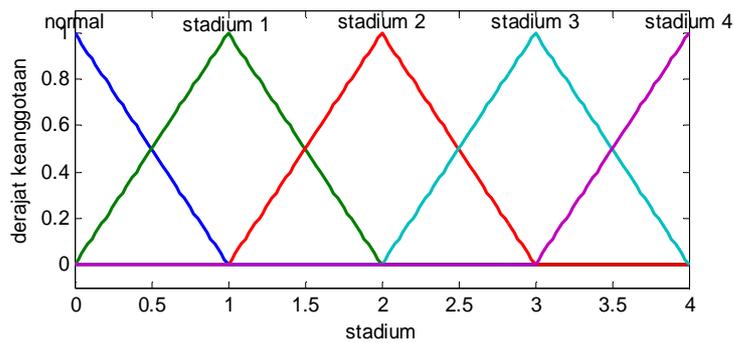
| No. | <i>Input</i> | Min-maks | Himp. <i>U</i> |
|-----|-----------------------|-----------------|------------------------|
| 1. | Entropi | 0,11662-2,5781 | $U_E [0,11 \ 2,6]$ |
| 2. | Kontras | 0,00518-0,4119 | $U_C [0,003 \ 0,415]$ |
| 3. | Korelasi | 0,76575-0,9922 | $U_{Cr} [0,76 \ 1]$ |
| 4. | Energi | 0,11492-0,9616 | $U_E [0,11 \ 0,97]$ |
| 5. | Homogenitas | 0,8379-0,99749 | $U_H [0,835 \ 0,999]$ |
| 6. | IDM | 0,89938-0,9999 | $U_I [0,9935 \ 1]$ |
| 7. | Sum Varians | 43,312-251,473 | $U_{SV} [40 \ 255]$ |
| 8. | Maksimum probabilitas | 0,19798-0,9806 | $U_{MP} [0,19 \ 0,99]$ |
| 9. | <i>Dissimilarity</i> | 0,00505- 0,3457 | $U_D [0 \ 0,35]$ |

Dalam penentuan stadium kanker serviks menggunakan logika *fuzzy*, untuk setiap *inputnya* digunakan pendekatan fungsi kurva segitiga. Rumus fungsi keanggotaan kurva segitiga adalah sebagai berikut (Ibrahim, 2004):

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & ; x < a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x - a)}{(b - a)} & ; a \leq x < b \\ \frac{(c - x)}{(c - b)} & ; b \leq x < c. \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* untuk setiap variabel *input* stadium kanker serviks dibagi menjadi 9 himpunan.

Sedangkan untuk *output* yaitu stadium kanker serviks memiliki himpunan universal [0 4], dan dibagi menjadi 5 himpunan *fuzzy*.



Gambar 4. Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel *Output* Stadium

Menentukan Aturan *Fuzzy*

Dalam penelitian ini terdapat 9 faktor dan 9 himpunan keanggotaan di setiap faktornya yang mempengaruhi stadium kanker serviks. Sehingga terdapat 9⁹ aturan Jika-Maka yang akan digunakan sebagai penalaran *fuzzy*. Namun aturan *fuzzy* yang digunakan untuk menentukan stadium kanker serviks didasarkan pada data training yang berjumlah 80.

Untuk mendapatkan 80 aturan Jika-Maka dari 80 data training, dilakukan perhitungan derajat keanggotaan dari setiap data dan memilih derajat keanggotaan yang terbesar. Contoh aturan Jika-Maka yang terbentuk adalah:

“Jika entropi adalah E3 dan kontras adalah C2 dan korelasi adalah Cr7 dan energi adalah Eg7 dan homogenitas adalah H8 dan IDM adalah I8 dan sum varians adalah SV8 dan maksimum probabilitas adalah MP7 dan *dissimilarity* adalah D2 maka stadium1”.

Selanjutnya dilakukan seleksi dari 80 aturan yang terbentuk yang memiliki bagian antesenden yang sama namun berbeda *output*nya. Cara yang dilakukan untuk menyeleksi aturan adalah dengan memilih aturan dengan derajat keanggotaan tertinggi.

Defuzzifikasi dan Model *Fuzzy*

Defuzzifikasi ini bertujuan untuk mendapatkan nilai tegas pada *output* sistem *fuzzy* (stadium kanker serviks). Defuzzifikasi yang digunakan pada sistem *fuzzy* untuk menentukan stadium kanker serviks yaitu metode center average. Model *fuzzy* yang digunakan terdiri dari fuzzifikasi *singleton*, basis aturan *fuzzy*, inferensi pergandaan, dan defuzzifikasi *center average* (Wang, 1997), yaitu:

$$f(x) = \frac{\sum_{l=1}^{79} \bar{y}^l (\prod_{i=1}^9 \mu_{A_i^l}(x_i))}{\sum_{l=1}^{79} (\prod_{i=1}^9 \mu_{A_i^l}(x_i))}$$

dengan,

- $f(x)$ merupakan *output* dari sistem *fuzzy*.
- \bar{y}^l adalah pusat dari himpunan *fuzzy* pada konsekuen dari *rule* ke- l .
- $x_i = (x_1, x_2, \dots, x_9)$ dengan x_1, x_2, \dots, x_9 adalah nilai dari entropi, kontras, korelasi, energi, homogenitas, IDM, sum varians, maksimum probabilitas, dan *dissimilarity*.
- A_i^l adalah himpunan *fuzzy* A input ke- i pada *rule* ke- l .
- $\mu_{A_i^l}$ adalah nilai derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* A ke- i pada *rule* ke- l .

Hasil dari defuzzifikasi merupakan suatu nilai tegas yang kemudian disubstitusikan ke dalam fungsi keanggotaan pada stadium kanker serviks. Hasil substitusi tersebut menunjukkan

stadium kanker serviks, apakah tergolong normal, stadium 1, stadium 2, stadium 3, atau stadium 4.

Tes Sensitivitas, Spesifisitas dan Akurasi

Performance Measures (Sharma, 2004)

Hasil uji dapat menjadi positif (memprediksi bahwa orang yang memiliki penyakit) atau negatif (memprediksi bahwa orang tersebut tidak memiliki penyakit). Hasil uji untuk masing-masing subjek mungkin atau mungkin tidak cocok dengan status sebenarnya subjek. Dalam pengaturan itu:

- a. *true positive* (TP), yaitu gambar serviks kanker dengan benar didiagnosis sebagai kanker.
- b. *false positive* (FP), yaitu gambar serviks normal salah diidentifikasi sebagai kanker.
- c. *true negative* (TN), yaitu gambar serviks normal benar diidentifikasi sebagai serviks normal.
- d. *false negative* (FN), yaitu gambar serviks kanker salah diidentifikasi sebagai serviks normal.

Rumus untuk menghitung sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi adalah:

- a. $sensitivitas = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\%$
- b. $spesifisitas = \frac{TN}{TN+FP} \times 100\%$
- c. $akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\%$

Hasil Klasifikasi

Tabel 2. Hasil Tes Sensitivitas, Spesivitas dan Akurasi Data Training dan Data Testing

| No. | Data | Sensitivitas | Spesifisitas | Akurasi |
|-----|----------|--------------|--------------|---------|
| 1. | Training | 98,15% | 73,08% | 90% |
| 2. | Testing | 100% | 50% | 90% |

D. SIMPULAN

Tingkat sensitivitas dan akurasi pada data training dan data uji memiliki selisih yang sedikit dan berada di atas 90%. Tingkat sensitivitas di atas 90% berarti indikator terpercaya saat hasil dari model menunjukkan negatif (serviks normal). Namun untuk tingkat spesifisitas pada data training dan data uji memiliki selisih hasil yang cukup jauh dan keduanya masih di bawah 75%, yang berarti model *fuzzy* belum dapat diandalkan saat menunjukkan hasil positif (kanker serviks).

E. DAFTAR PUSTAKA

Agustin Triwahyuni Susanto. 2012. Aplikasi Diagnosa Kanker Serviks dengan Menggunakan Algoritma Backpropagation. *Skripsi*. STIKOM UYELINDO Kupang.

Gonzalez, R.C., Richard E.W. & Steven L.E. 2009. *Digital Image Procesing Using MATLAB*. 2nd. Gatesmark Publishing.

Haralick, R.M., K. Shanmugam, & Its'hak Dinstein. 1973. Textural Feature for Image Classification. *IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics*, 3 (6).

Ibrahim, A.M. 2004. *Fuzzy Logic for Embedded Systems Applications*. Newnes, Elsevier.

-
- Ida Ayu Savita Intansari, Santi Wulan Purnami & Sri Pingit Wulandari. 2012. Klasifikasi Pasien Hasil Pap Smear Test sebagai Pendeteksi Awal Upaya Penanganan Dini pada Penyakit Kanker Serviks di RS “X” Surabaya dengan Metode Bagging Logistic Regression. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1), 277-282.
- Kuzhali, J.V., Rajendran, Srinivasan, & Siva K. 2010. Feature Selection Algorithm Using Fuzzy Rough Sets for Predicting Cervical Cancer Risks. *Modern Applied Science*, 4 (8).
- Malyshevska, K. 2009. The Usage of Neural Networks for the Medical Diagnosis. *International Books Series ‘Information Science and Computing’*.
- Mat-Isa, N.A., Mohd. Yusoff M., Nor H.O., & Kamal Z.Z. 2005. Application of Artificial Neural Networks In The Classification of Cervical Cells Based on The Bethesda System. *Journal of ICT*, 4, 77-97.
- Rosidi, B., Noraini J., Nur. M.P., Lukman H.I., Eko S., & Tati L.M.. 2011. Classification of Cervical Cells Based on Labeled Colour Intensity Distribution. *International Journal of Biology and Biomedical Engineering*, 5, 230-238.
- Sharma, M., Sourabh M. 2013. Artificial Neural Network Fuzzy Inference System (ANFIS) for Brain Tumor Detection. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 177, 329-339.
- Wang, L.X. 1997. *A Course in Fuzzy System and Control*. New Jersey: Prentice Hall International, Inc.

www.cancerhelps.com/kanker-serviks.htm diakses pada tanggal 14 Maret 2013.