

PENDETEKSIAN PANTULAN SINAR DI AREA SERVIKS PADA CITRA SERVIKOGRAFI

Onny Marleen¹, Sigit Wibisono²

^{1,3}. Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya no. 100, Pondok Cina, ² Institut Teknologi Budi Utomo, Sarifuddin Madenda³
Jl. Raya Mawar Merah No.23 Pondok Kopi, Jakarta-Timur
email : onny_marleen@staff.gunadarma.ac.id¹, sgtwibisono@yahoo.com²,
sarif@staff.gunadarma.ac.id³

Abstrak

Salah satu cara untuk mendiagnosis atau mendeteksi kanker serviks oleh dokter atau evaluator adalah dengan melihat dan menganalisis servigram untuk menentukan apakah tampak lesi pada area serviks. Untuk melihat lesi pada area serviks terkadang menjadi samar dikarenakan adanya pantulan sinar/cahaya dari kamera yang digunakan. Pantulan sinar ini harus dihilangkan agar tidak terjadi kesamaran antara keduanya. Pada penelitian ini, kami mengusulkan suatu pengembangan metode atau algoritma untuk mendeteksi pantulan sinar tersebut pada area permukaan serviks. Proses deteksi pantulan sinar dengan memanfaatkan saturasi, dilakukan untuk menghilangkan area tersebut. Hasil percobaan deteksi pantulan sinar menunjukkan bahwa algoritma yang dibangun secara umum sudah sesuai seperti yang diharapkan.

Kata kunci :

kanker serviks, lesi, saturasi, servigram

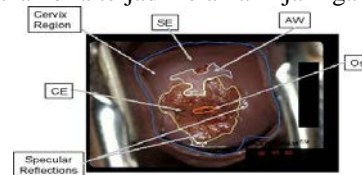
1. Pendahuluan

Banyak cara yang digunakan untuk mendiagnosis suatu penyakit yang dilakukan oleh dokter atau ahli medis yang lain. Salah satu penyakitnya misalnya adalah kanker serviks, di Indonesia kanker jenis ini menempati urutan ketiga penyebab kematian akibat kanker pada wanita.

Kanker serviks disebabkan oleh infeksi virus HPV (*Human Papillomavirus*). Salah satu cara untuk mendiagnosis kanker serviks adalah melalui pengamatan servigram yaitu citra yang dihasilkan dari cerviscope analog, yaitu alat bantu berbentuk kamera yang digunakan untuk pengambilan citra area serviks. Untuk membantu dokter atau evaluator (pakar yang mampu menganalisis servigram) dalam membaca servigram dan mengurangi kesalahan pembacaan, diperlukan alat bantu yang dapat mengenali area lesi tersebut secara tepat.

Citra servigram ditunjukkan pada gambar 1. Beberapa area dalam serviks yang tertangkap dalam servigram, diantaranya adalah *columnar epithelium* (CE), *squamous epithelium* (SE), *acetowhite* (AW), lubang serviks (Os) dan pantulan sinar/*specular reflection* (SR). Kanker serviks ditandai dengan munculnya lesi berwarna putih di dalam area serviks setelah sebelumnya serviks ditetesi asam asetat. Pada

gambar 1 area yang terindikasi kanker ditunjukkan oleh *acetowhite*(AW) atau lesi. Lesi adalah istilah medis yang digunakan bila terjadi kelainan jaringan.



Gambar 1. Citra servigram

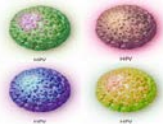
Untuk dapat membaca servigram diperlukan pelatihan khusus bagi dokter, hal ini dikarenakan tampilan area lesi (AW) pada servigram seringkali tidak terlihat jelas atau berwarna putih tipis sehingga mirip dengan area disekelilingnya yang berwarna merah muda dan merah. Hal lain yang dapat menyebabkan kesalahan dalam pembacaan servigram adalah tampilan pantulan sinar menyerupai lesi karena berwarna putih. Untuk membantu dokter atau evaluator dalam membaca servigram dan mengurangi kesalahan pembacaan, diperlukan alat bantu yang dapat mengenali area lesi tersebut secara tepat. Pengolahan citra digital dapat dimanfaatkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Beberapa penelitian terdahulu yang memanfaatkan pengolahan citra dalam identifikasi dan klasifikasi kanker serviks, diantaranya dilakukan oleh Shiri Gordon [Gordon, 2008] yang membuat perangkat bantu untuk menganalisis konten citra serviks secara otomatis, Fei Gao [Gao, 2005] yang melakukan penelitian segmentasi otomatis dengan pendekatan efisien untuk analisis citra medis (citra kanker serviks), Zhiyun Xue dkk [Xue et.al, 2008,2009,2010] yang membuat suatu perangkat bantu segmentasi serviks, Lotenberg [Lotenberg, S., Gordon, S., Greenspan H., 2009], melakukan penelitian pencarian bentuk utama region serviks pada citra serviks uterus. Zimmerman dkk [Zimmerman et.al, 2006] melakukan penelitian deteksi pantulan sinar pada citra serviks.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode dalam bentuk prototipe yang mampu menghilangkan pantulan cahaya dalam cervigram, karena pantulan cahaya ini kadang warnanya mirip dengan warna dari lesi pada permukaan area serviks. Prototipe ini dapat digunakan untuk memberikan informasi yang menunjang bagi tenaga medis.

2. Tinjauan Pustaka

Kanker serviks atau kanker leher rahim merupakan penyebab kematian akibat kanker yang terbesar bagi wanita di negara-negara berkembang. Secara global terdapat 600.000 kasus baru dan 300.000 kematian setiap tahunnya, yang hampir 80% terjadi di negara berkembang [GLOBOCAN 2008-WHO, 2011]. Saat ini kanker leher rahim menjadi kanker terbanyak pada wanita Indonesia yaitu sekitar 34% dari seluruh kanker pada perempuan. Kanker serviks adalah *neoplasma* ganas yang berasal dari sel yang berada pada leher rahim (serviks). Salah satu gejala paling umum dari kanker serviks adalah pendarahan abnormal vagina, tetapi pada beberapa kasus mungkin tidak ada gejala yang jelas sampai kanker telah berkembang ke stadium lanjut [Vinay, K., Abbas, Abdul K, Fausto, Nelson M, Richard N, 2007]. Kanker serviks disebabkan infeksi virus HPV (*Human Papillomavirus*), merupakan penyebab 99,7% kanker serviks. Virus *papilloma* ini berukuran kecil, diameter virus kurang lebih 55 nm .



Gambar 2. *Human Papilloma Virus* (HPV) [sumber : Rina, 2009]

Ada beberapa cara mendeteksi dini kanker serviks [Hartati N, 2010], yaitu: Pap smear, kolposkopi, Inspeksi Visual dengan Asam Asetat (IVA), servikografi, dan tes Schiller.

- Servikografi

Servikografi adalah alat bantu untuk mendokumentasikan kanker serviks, karena pengambilan gambar ini dilakukan setelah objek ditetesi larutan asam asetat lima persen kemudian ditunggu beberapa saat dan apabila terjadi perubahan warna merah muda menjadi putih mengindikasikan adanya lesi serviks. Kemudian dilakukan pengambilan gambar / foto dengan menggunakan kamera. Teknik ini merupakan pengambilan gambar serviks dengan menggunakan kamera analog yang disebut *Cerviscope Analog*. Jarak antara kamera dengan objek pada umumnya adalah 35 mm. Hasilnya berupa film yang disebut dengan Servigram (*Cervicographic Images*). Teknik ini merupakan teknik yang mempunyai dokumentasi, sedangkan teknik yang lain tidak terdokumentasi.

Pada gambar 3 di bawah ini, merupakan gambar dari kamera analog yang digunakan untuk pengambilan gambar serviks dari pasien. Kamera analog yang digunakan disebut dengan *Cerviscope Analog*.



Gambar 3. Kamera untuk Mengambil Gambar Serviks
[Sumber : RSCM, Jakarta]

Saat ini sudah banyak penelitian mengenai kanker serviks. Untuk membantu tugas dari dokter atau *evaluator* dalam menilai dan mengevaluasi area lesi pada kanker serviks, bidang ilmu pengolahan citra dapat dipilih sebagai alat bantu. Beberapa penelitian dengan objek kanker serviks dengan memanfaatkan bidang ilmu pengolahan citra, di antaranya dilakukan oleh Xue [Xue, Long, Antani, Jeronimo, Thoma, 2007, 2009, 2010], Zimmerman [Zimmerman, Gordon, Greenspan, 2004], Viara Van Raad [Raad, Zhiyun Xue and Holger Lange., 2006], Huang [Xiaolei Huang, Wei Wang, Zhiyun Xue, Sameer Antani, L. Rodney Long and Jose Jeronimo, 2008], Lotenberg [Lotenberg, S., Gordon, S., Greenspan H., 2009]. Zimmerman dkk [Zimmerman et.al, 2006] melakukan penelitian deteksi patulan sinar pada citra serviks.

Xue et al pada tahun 2007 melakukan penelitian dengan fokus pada penerapan teknik investigasi *Content Base Image Retrieval* (CBIR) untuk citra servikografi. Penelitian lain yang juga dilakukan oleh Xue et al pada tahun 2009 adalah segmentasi mosaik *cervicographic image* menggunakan *Support Vector Machine* (SVM). Penelitian terakhir yang dilakukan oleh Xue et al pada tahun 2010 adalah merancang perangkat lunak segmentasi servigram otomatis yang dapat diakses melalui web. Zimmerman et al pada tahun 2004, melakukan penelitian mengenai evolusi lesi yang terkait dengan kanker serviks. Penelitian Zimmerman dkk [Zimmerman et.al, 2006] tentang bagaimana mendeteksi patulan sinar yang berasal dari kamera pada citra serviks.

Secara umum, penelitian ini mampu mendeteksi lesi di daerah-daerah leher rahim. Namun demikian, kelemahan dari penelitian ini adalah masih ada daerah positif palsu dalam lesi..

Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang yang berbeda. Warna merah mempunyai panjang gelombang paling panjang, sedangkan warna ungu mempunyai panjang gelombang paling pendek. Format data citra digital berhubungan erat dengan warna. Persepsi visual citra berwarna (*color images*) umumnya lebih kaya dibandingkan dengan citra hitam putih (*greyscale*), karena itu citra berwarna lebih disenangi dari pada citra hitam putih. Citra berwarna menampilkan warna objek seperti warna aslinya (meskipun tidak selalu tepat demikian).

Setiap piksel citra berwarna mengandung tiga komponen warna dasar yaitu komponen warna merah (*red*), warna hijau (*green*), dan komponen warna biru (*blue*) yang sering disebut dengan komponen RGB. Atas dasar tersebut citra berwarna disusun oleh tiga buah matriks komponen warna, yaitu matriks komponen warna R, matriks komponen warna G, dan matriks komponen warna B untuk sistem ruang warna RGB. Ada beberapa sistem ruang warna yang diciptakan untuk keperluan tertentu atau diciptakan khusus untuk platform

perangkat-keras tertentu, diantaranya yaitu : [Gonzales, 2002]

1. Red, Green, Blue (RGB)

Sistem ruang warna RGB merupakan sistem ruang warna dasar. Diperkenalkan oleh *National Television System Committee* (NTSC) yang banyak digunakan untuk menampilkan citra berwarna pada monitor CRT. Sistem ruang warna RGB diciptakan untuk menampilkan citra pada layar CRT yang memiliki tiga buah pospor warna yang akan menghasilkan tiga buah warna dasar yaitu merah, hijau dan biru.

2. Cyan, Magenta, Yellow (CMY)

Warna cyan (C), magenta (M) dan yellow (Y) adalah warna komplementer terhadap red, green dan blue. Model CMY dapat digunakan untuk mencetak citra berwarna, tetapi karena ketidaksempurnaan tinta, model CMY tidak dapat menghasilkan warna hitam dengan baik. Karena itu, model CMY disempurnakan menjadi model CMYK.

3 Hue, Saturation, Value (HSV)

Ruang warna HSV diciptakan oleh AR. Smith pada tahun 1978. Untuk memvisualisasikan metode HSV ini dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu HSV *color wheel*, HSV *cone*, HSV *cylinder*. HSV merupakan singkatan dari Hue, Saturation dan Value. Hue menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, violet dan kuning. Hue digunakan untuk membedakan warna-warna dan menentukan kemerahan, kehijauan, dan sebagainya, dari cahaya. Hue berasosiasi dengan panjang gelombang cahaya, dan bila disebut warna merah, violet atau kuning, maka kata-kata tersebut menspesifikasikan hue-nya. Saturasi (*saturation*) suatu warna adalah ukuran seberapa besar kemurnian dari warna tersebut. Sebagai contoh, suatu warna yang semuanya merah tanpa putih adalah saturasi penuh. Jika ditambahkan putih ke merah, hasilnya lebih berwarna-warni dan warna bergeser dari merah ke merah muda (pink). Jadi jika hue menyatakan warna sebenarnya, maka saturation menyatakan seberapa dalam warna tersebut. Komponen ketiga dari HSV adalah value atau disebut juga intensitas (*intensity*), yaitu ukuran seberapa besar kecerahan suatu warna atau seberapa besar cahaya datang dari suatu warna. Kisaran nilainya adalah antara gelap (hitam) dan terang (putih). Ruang warna HSV kadang-kadang direpresentasikan sebagai Hue, Saturation, Intensity (HIS) atau Hue, Saturation, Brightness (HSB). Di sini Intensity dan Brightness diartikan sama dengan Value.

4. YCbCr

Ruang warna YCbCr disebut juga ruang warna CCIR 601 (International Radio Consultative Committee) model warna ini dikembangkan untuk mengantisipasi perkembangan informasi berbasis video, segitiga model ini banyak digunakan pada video digital. Secara umum dapat dikatakan bahwa model warna ini merupakan bagian dari ruang warna transmisi video dan televisi. Model warna YCbCr memisahkan nilai RGB menjadi informasi luminance dan chrominance yang berguna untuk aplikasi kompresi.

Transformasi dari ruang warna RGB ke dalam ruang warna HSV dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$H1 = \cos^{-1} \left\{ \frac{0,5[(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(R-B)}} \right\}, \quad (1)$$

$$H = \begin{cases} H1, & \text{if } B \leq G \\ 360^\circ - H1, & \text{if } B > G \end{cases} \quad (2)$$

$$S = \frac{\text{Max}(R, G, B) - \text{Min}(R, G, B)}{\text{Max}(R, G, B)}, \quad (3)$$

$$V = \frac{\text{Max}(R, G, B)}{255} \quad (4)$$

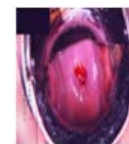
Dimana R menunjukkan nilai *red*, G menunjukkan nilai *green* sedangkan B menunjukkan *blue*. Sedangkan H menunjukkan *hue*, S menunjukkan *saturation* dan V menunjukkan *value(intensity)*.

Untuk mendeteksi pantulan sinar, hanya unsur *saturasi* dari HSV yang dipergunakan. Hal ini dikarenakan sifat *saturasi* menunjukkan seberapa besar dan dalam nilai putih yang ada pada suatu objek sesuai dengan ciri sinar [Zimmerman, et.al, 2006].

3. Metode Penelitian

Servigram yang dihasilkan dari proses digitalisasi citra analog berbentuk citra digital dalam ruang warna *Red Green Blue* (RGB). RGB merupakan ruang warna dasar sebuah citra, namun ruang warna ini tidak memberikan hasil yang optimal dalam analisis warna. Untuk itu ruang warna ini perlu ditransformasikan ke ruang warna lain yang lebih representatif dan menghasilkan lebih banyak informasi.

Penelitian ini sudah menggunakan citra digital servigram (gambar 4).



Gambar 4. Citra digital servigram

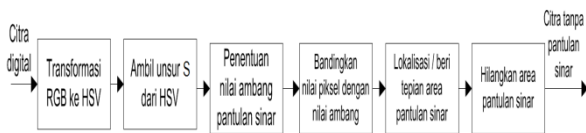
Hasil pengamatan citra digital servigram menunjukkan adanya tampilan pantulan sinar dengan intensitas tinggi berwarna putih terang dan mencolok. Pantulan sinar tersebut merupakan gangguan atau derau bagi citra yang akan diteliti dan harus dihilangkan. Hal ini dikarenakan ciri putih yang melekat pada pantulan sinar hampir mirip dengan ciri lesi yang juga berwarna putih, walaupun intensitasnya berbeda.

Algoritma untuk menghilangkan pantulan sinar adalah sebagai berikut :

1. Baca citra digital (servigram yang telah di-*cropping* sebelumnya).
2. Transformasi citra digital dari ruang warna RGB ke ruang warna HSV.
3. Ambil unsur *saturation* dari ruang warna HSV.
4. Tentukan nilai ambang pantulan sinar.

5. Ambil area biner yang sesuai menjadi kandidat pantulan sinar.
6. Beri tepian / batas pada area pantulan sinar.
7. Hilangkan area pantulan sinar.

Secara umum kerangka penelitian dari proses penghilangan pantulan sinar, dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Proses Penghilangan Pantulan Sinar

4. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan citra servigram yang diperoleh dari Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo, Jakarta. Karena citra asli servigram yang diambil langsung dari perangkat kamera berbentuk citra analog, diperlukan suatu proses perubahan citra analog ke dalam citra digital di laboratorium fotografi. Hasil citradigital servigram seperti tampak pada gambar 6 di bawah ini



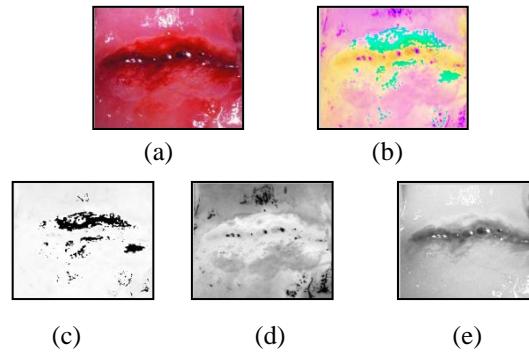
Gambar 6. Citra digital servigram

Citra digital servigram ini, kemudian dilakukan cropping untuk menghilangkan informasi yang tidak dibutuhkan sehingga hasilnya seperti pada gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Citra digital setelah cropping

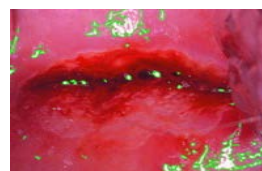
Dalam penelitian ini, peneliti melakukan transformasi ruang warna RGB ke ruang warna *Hue Saturation Value* (HSV) dengan alasan ruang warna tersebut dapat membagi informasi ke dalam unsur *hue* (warna sesuai panjang gelombang), unsur *saturation* (seberapa besar kedalaman warna putih dalam suatu warna), dan unsur *value* (intensitas cahaya) (gambar 8) Setiap unsur menghasilkan informasi yang berbeda.



Gambar 8. Servigram Hasil Transformasi dari Ruang Warna RGB ke HSV

- (a) Servigram Asli (RGB), (b) Servigram dalam HSV, (c) Servigram dalam *hue*, (d) Servigram dalam *saturation*, (e) Servigram dalam *value*

Hasil pengamatan servigram asli (RGB) dan servigram yang telah ditransformasikan ke dalam unsur HSV, tampak bahwa unsur *saturation* paling jelas dalam merepresentasikan pantulan sinar. Dalam gambar 8 (d) pantulan sinar terlihat lebih gelap (intensitas rendah) dibandingkan area lain dalam citra. Oleh karena itu untuk memisahkan area pantulan sinar dengan area lainnya, diberlakukan nilai ambang. Nilai ambang dicari dengan melakukan uji coba pada citra penelitian. Sejumlah pengamatan menunjukkan umumnya cahaya yang mengakibatkan warna putih pada citra memiliki nilai saturasi mendekati nol. Nilai ambang untuk citra servigram dalam penelitian ini digunakan nilai 0,1. Ini bermakna bahwa semua piksel pada komponen saturasi yang bernilai kurang daripada dan sama dengan 0,1 merupakan kandidat area pantulan sinar. Piksel-piksel yang intensitasnya lebih besar daripada nilai ambang akan dihilangkan (menjadi hitam) sedang area pantulan sinar tetap berwarna putih, sehingga tampilan citra menjadi *biner* (hitam dan putih). Selanjutnya dilakukan penghitungan *boundary* atau tepian area pantulan sinar. Tepian ini kemudian dipetakan ke citra lesi aslinya seperti terlihat pada gambar 9. Di sini terlihat dengan jelas tepian atau batas area pantulan sinar yang diberi warna hijau.



Gambar 9. Lokalisasi Pantulan Sinar

5. Kesimpulan dan Saran

Hasil percobaan deteksi pantulan sinar menunjukkan bahwa algoritma yang dibangun secara umum sudah sesuai seperti yang diharapkan (gambar 9), walaupun

demikian masih terdapat beberapa bagian kecil yang dikenali sebagai pantulan sinar padahal kenyataannya bukan. Hal tersebut bisa terjadi akibat pengaruh sudut datangnya sinar/cahaya yang mengenai objek, dalam hal ini serviks, dan sudut pengambilan objek oleh kamera. Faktor penentuan nilai ambang juga berpengaruh terhadap hasil

Daftar Pustaka

- [1]. Gao, Fei (2005). *An Efficient Approach to Automated Segmentation*. MSc Thesis. Texas Tech University.
- [2]. Gonzales, Rafael.C., Ricahard E. Woods, 2002. *Digital Image Processing*, Second Edition, Pearson Prentice Hall, India.
- [3]. Gordon, Shiri (2008). *Automatic Content Analysis of Uterine Cervix Images using Computerized Tools*. PhD Thesis. Tel Aviv University.
- [4]. Hartati Nur Wijaya, July 2010. *Cegah dan Deteksi Kanker Serviks*, Elex Media Komputindo.
- [5]. Huang, Xiaolei., Wei Wang, Zhiyun Xue, Sameer Antani, L. Rodney Long and Jose Jeronimo, 2008, *Tissue Classification using Cluster Features for Lesion Detection in Digital Cervigrams*, *Proceedings of SPIE Medical Imaging*, Vol. 6914, pp. 69141Z 1-8, February.
- [6]. Lotenberg, Shelly., Shiri Gordon and HayitGreenspan, 2009. *Shape Priors for Segmentation of Cervix Region Within Uterine Cervix Images*, *Journal of Digital Imaging*, Vol 22. No.3, pp 286-296.
- [7]. RinaEka,2009.*KankerServiks*, <http://www.suaradokter.com/>, diakses 11 Februari 2011
- [8]. Torres, F., Angulo, J., Ortiz, F., 2003, *Automatic detection of specular reflectance in colour images using the ms diagram*, *In : CAIP03*. 132-139.
- [9]. Uneyama, S., Godin G., 2004, *Separation of diffuse and specular components of surface reflection by use of polarization and statistical analysis of images*, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 26.
- [10]. Vinay, Kumar., Abbas, Abul K, Fausto, Nelson Mitchell, Richard N, 2007. *Robbins Basic Pathology* ((8th ed.) ed.). Saunders Elsevier. pp. 718–721.
- [11]. World Health Organization (WHO), *Cancer*, <http://www.who.int/cancer/en/> , diakses 12 Februari 2011.
- [12]. WHO-International Agency for Research on Cancer (2008). GLOBOCAN 2008.
- [13]. Xue- Zhiyun., S. Antani, L.R. Long, J. Jeronimo, G.R. Thoma, 2010, *Web – Accesible Cervigram Automatic Segmentation Tool*, *Proceeding on SPIE Medical Imaging*, 7628, 76280Z (2010).
- [14]. Xue-Zhiyun, L. Rodney Long, Sammer Antani, Jose Jeronimo, George R. Thoma, 2009, *Segmentation of Mosaicm in Cervicographic Images using Support Vector Machines*. *National Library of Medicine, NIH, Bethesda and program for Appropriate Technology in Healthcare (PATH)*, Seattle.
- [15]. Xue-Zhiyun., S. Antani, L.R. Long, J. Jeronimo, G.R.Thoma, 2008, *A Web – Accesible-Content-Based Cervicographic Image Retrieval System*, *Proceedings of SPIE Medical Imaging*, Vol. 6919, pp. 691907 -1 – 9, February.
- [16]. Xue-Zhiyun, Long, L.R. Antani, S. Thoma. G.R, J. Jeronimo, 2008, *Cervicographic Image Retrieval by Spatial Similarity of Lesions*, *Proceeding of the 19 th*

International Conference on Pattern Recognition, pp. 1-4.

- [17]. Xue-Zhiyun, L. Rodney Long, Sammer Antani, Jose Jeronimo, George R. Thoma, 2007, *Investigating CBIR Techniques for Cervicographic Images*. *Annual Symposium Proceeding- Americal Medical Informatics Asociation*.
- [18]. Zimmerman, G., H. Greenspan, 2006, *Automatic Detection of Specular Reflections in Uterine Cervix Images*, In: *Proceeding of SPIE Medical Imaging*, Vol. 6144, pp. 2037 – 2045.

Biodata Penulis

Onny Marleen, memperoleh gelar Sarjana Komputer (SKom), Program Studi Manajemen Informatika Universitas Gunadarma, lulus tahun 1991. Tahun 1997 memperoleh gelar Magister Manajemen Sistem Informasi (MMSI) dari Program Manajemen Sistem Informasi Universitas Gunadarma. Program Doktor Teknologi Informasi Universitas Gunadarma, lulus bulan Maret tahun 2012 . Saat ini sebagai Staf Pengajar dan Koordinator Laboratorium Pasca Sarjana Universitas Gunadarma.