



SURAT PERNYATAAN PENGALIHAN HAK PUBLIKASI

Menyatakan bahwa makalah berjudul '*Perbaikan Citra Sidik Jari Dengan Menggunakan Proses Ekuilisasi Histogram*' karya Muhammad Kusban, dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik - Universitas Muhammadiyah Surakarta yang dipresentasikan pada Seminar Nasional ReTII (Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi) ke-8 tanggal 14 Desember 2013, menyetujui hak publikasi pengelektronikannya kepada Lembaga Peneliti, Pengabdian Masyarakat, dan Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Surakarta (LP2M UMS).

Mengetahui,

PANITIA
MINAR NASIONAL
ReTII

MARZANI, MS



SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA



Jl. Babarsari, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487249

Sertifikat



Diberikan Kepada :

Muhammad Kusban

ATAS PERAN SERTANYA SEBAGAI :

PEMAKALAH

SEMINAR NASIONAL ReTII Ke-8

yang diselenggarakan pada tanggal 14 Desember 2013
di STTNAS Yogyakarta

Ketua STTNAS

H. H. Archam, MT.

Ketua Panitia

H. Yulus Marzani, M.Si.

PERBAIKAN CITRA SIDIK JARI DENGAN MENGGUNAKAN PROSES EKUILISASI HISTOGRAM

Muhammad Kusban

Staf Pengajar T. Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Pabelan 57102 Surakarta
Telp: +62 271 717417. Faks: +62 271 715448
E-mail: muhammadkusban@gmail.com

ABSTRAK

Citra sidik jari masih menjadi alat utama bagi kepolisian Republik Indonesia untuk identifikasi perseorangan. Tetapi data yang didapat di tempat kejadian perkara adalah citra yang terdistorsi serta menyatunya beberapa *ridge/furrow* sehingga dibutuhkan beberapa metode lainnya untuk memperbaiki tampilannya. Perbaikan citra dengan menggunakan metode ekuilisasi histogram terbukti mampu untuk mendapatkan hasil secara optimal, meskipun untuk proses akhir masih dibutuhkan beberapa metode lainnya seperti penggunaan proses morfologi *thinning* guna mempertegas tampilan *edge detection* satu piksel. Dan terakhir adalah penggunaan metode filter *sliding neighborhood* untuk membersihkan noise hasil morfologi *opening/closing*. Dari penelitian, nilai optimal untuk *thinning* adalah 145 dengan rata-rata proses yang diperlukan 1.695 detik dan SNR = 0.015 dB.

Kata kunci: *ridge/furrow*, proses morfologi *thinning*, *edge detection*, *sliding neighborhood*, *opening/closing*.

PENDAHULUAN

Sidik jari manusia terdiri dari dua bentuk pola umum yaitu bentuk bukit lembah (*ridge / furrow*) dan dianggap sebagai alat paling utama dalam identifikasi perseorangan (Bozhao dan Stephanie, 2010). Sidik jari juga dianggap sebagai alat yang paling banyak digunakan serta merupakan teknik yang efisien dalam otentikasi biometrik (Manhua dan Pew-Thian, 2012). Setiap orang memiliki identitas sidik jari yang berbeda satu sama lainnya, meskipun bersifat sementara - beberapa pemalsu telah mencoba membuat tiruannya dengan menggunakan bahan Play-Doh, gelatin, dan silikon (Turgay, 2012). Untuk mencegah adanya pemalsuan, maka penelitian sidik jari saat ini mengarah kepada keamanan data, disamping perbaikan citra input agar mudah dalam pemrosesan citra keluaran yang ditampilkan lebih jelas secara inderawi.

Tanpa alat bantu, ciri citra sidik jari dapat dikenali karena mengandung tiga unsur karakteristik yaitu: Sidik jari bersifat unik, karena tidak ada yang sama untuk setiap orang diseluruh dunia meskipun terlahir kembar. Kedua, sidik jari bersifat tidak varian, yaitu rincian pola sidik jari tidak berubah sepanjang hidup. Seseorang hanya berubah ukuran besar kecilnya karena mengikuti pertumbuhan individu. Dan terakhir, sidik jari memiliki pola umum yang dapat diklasifikasikan secara sistematis sehingga dapat menggolongkan individu sesuai pola umum yang ada dalam sidik jari tersebut.

Unsur penentu dari karakteristik citra sidik jari adalah pola bukit dan lembah. Guna meningkatkan kejelasan tampilan pola tersebut atau disebut dengan istilah teknisnya yaitu *ridge* dan *furrow*, maka sejumlah

metode telah diajukan oleh peneliti dengan cara memperbaiki *local neighborhood* yang digunakannya untuk memisahkan ikatan gelombang berupa sinusoida dalam citra (Bozhao dan Stephanie, 2010).

Dalam setiap kejadian, hasil *scan* citra sidik jari tidak tertampil rapi dengan ketebalan yang sama. Sering didapati antar *ridge* atau *furrow* menyatu menjadi satu garis tebal sehingga diperlukan cara untuk menipiskan atau penipisan citra. Sebuah algoritma *thinning* dalam proses morfologi digunakan untuk mendapatkan satu piksel untuk pola *ridge* sehingga terbentuk alur yang lebih tipis (Sim, Tso, dan Tan, 2007).

Oleh Kanagalakshmi guna memperbaiki citra sidik jari digunakan beragam filter untuk menghilangkan noise yang ada di dalamnya, filter yang digunakan antara lain: *Average Filtering* (AF), *Median Filtering* (MF), dan *Adaptive Weiner Filtering* (AWF). Noise yang dihilangkan tentu saja tidak menghapus pola dasar *ridge/furrow*, meskipun metode yang umum digunakan untuk memperbaiki tampilan citra sidik jari dengan menggunakan informasi orientasi dan *ridge* masih menghasilkan citra yang terdistorsi (Xuanbin, 2012). Salah satu cara mendapatkan tampilan sidik jari yang lebih baik adalah dengan cara memperbaikinya di daerah *local point* sebagai ganti dari memperbaiki di daerah *global point* (Huong dan Nguyen, 2013).

Tampilan akhir dari perbaikan sidik jari seringkali belum mencukupi ketangguhan database yang berisikan identifikasi perseorangan. Beberapa autentikasi lain ditambahkan dalam melengkapi identifikasi sidik jari, yang oleh (Radha, 2013) penggunaan identifikasi bola mata (iris) sangat diperlukan untuk melengkapi kepastian

keamanan dan privasi user dari *virus*, *malware*, dan *phishing* terutama situs bank dalam sistim jaringan Internet. Mengingat Internet dengan kebutuhan akses cepat maka citra sidik jari dirubah formatnya agar sesuai dengan kode HTML. Pembesaran dan pengecilan citra sidik jari digital dengan metode *cropping* dan *downsampling* yang dilakukan, telah menghasilkan citra dengan kualitas persepsi yang rendah (Yueh-Hong, 2009). Untuk memperbaikinya maka diperlukan metode perbaikan dalam proses piksel yang dilanjutkan dengan proses ekuilisasi histogram (Kusban, 2012). Meskipun dapat menggunakan alternatif perbaikan citra lainnya dengan perangkat transformasi wavelet (Miao-li dkk., 2005). Dan selanjutnya dilakukan pemisahan alur garis citra sidik jari yang berdekatan satu sama lainnya dengan metode morfologi *thinning*. Dalam aplikasi, penggunaan *thinning* berupa pemberian nilai *threshold* menghasilkan waktu proses yang lama karena penggunaan konvolusi ketetanggaan (*neighborhood*) citra dengan dimensi yang besar (Pu Hongbin dkk, 2007.). Maka selanjutnya, untuk mendapatkan hasil dengan proses yang lebih cepat dalam penelitian ini, proses *thinning* dilakukan untuk luasan citra yang kurang dari 256x256. Meskipun telah ada pula peneliti lainnya dengan menggunakan pendekatan *orthogonal ridge* guna mempercepat proses konvolusi, meskipun diakui sendiri ada kelemahan metodenya yaitu bagian beberapa blok tempat tertentu garis alur pola sidik jari menjadi tidak jelas atau hilang sama sekali (Junmin Wang dkk, 2011).

METODE PENELITIAN

Citra asli $X = \{x(i,j) | 1 \leq i \leq M, 1 \leq j \leq N\}$ dengan ukuran piksel $M \times N$ dan luasan penampang dalam kisaran $[x_d, x_u]$ dimana $x(i,j) \in [x_d, x_u]$, maka untuk mendapatkan peningkatan tampilan citra asli menjadi $Y = \{y(i,j) | 1 \leq i \leq M, 1 \leq j \leq N\}$ dapat dilakukan dengan cara melebarkan atau menyituk interval $[y_d, y_u]$ dimana $y(i,j) \in [y_d, y_u]$.

Pendekatan yang sering digunakan adalah dengan melakkan perubahan bentuk warna citra asli ke dalam citra level keabuan (*gray*) satu dimensi melalui histogram ekuilisasi. Maka bila citra *grayscale* x dan bila n adalah jumlah kejadian yang muncul dalam warna keabuan di level ke i , rumus probabilitas kemunculan piksel level ke i dalam citra adalah

$$p(x = i) = \frac{n_i}{n}, \quad 0 \leq i < L \tag{1}$$

L merupakan jumlah total level keabuan yang digunakan, yang biasanya bernilai 256 serta n adalah jumlah total piksel citranya, sehingga $p_x(i)$ adalah histogram citra untuk nilai piksel ke i yang dinormalisasikan ke nilai $[0,1]$. Untuk menentukan nilai akumulasi normalisasi histogram, dapat menggunakan rumus persamaan *cdf* (*cumulative distribution function*)

$$cdf_x(i) = \sum_{j=0}^i P_x(j) \tag{2}$$

yang dilakukan dalam penggunaan histogram adalah membuat pemetaan dengan cara mentransformasikan bentuk $y = T(x)$ guna mendapatkan citra baru $\{y\}$ dengan nilai histogram konstan. Misalkan untuk mendapatkan nilai *cdf* linier sepanjang nilai keabuan yang disediakan, dari persamaan (2) akan menjadi nilai dalam persamaan (3) berikut.

$$cdf_y(i) = iK \tag{3}$$

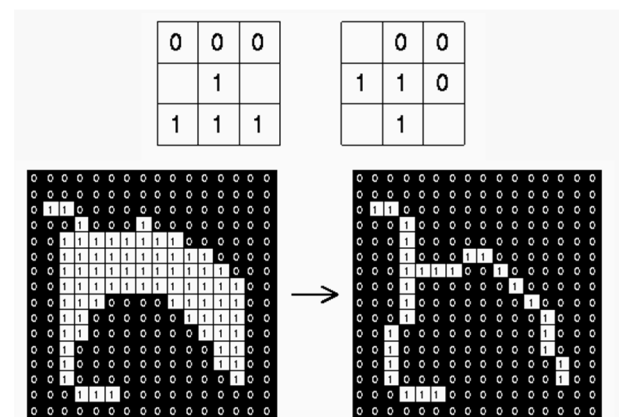
dengan nilai K yang konstan. Sifat *cdf* memungkinkan berubah nilai transformasi seperti bila nilai K berkisar dengan nilai $[0,L]$. Sedangkan T dapat menggunakan nilai kisaran bentuk baku $[0,1]$.

$$y = T(k) = cdf_x(k) \tag{4}$$

Guna mendapatkan kembali daerah luasan setelah transformasi, dapat menggunakan rumus persamaan (5) berikut untuk kembali ke nilai semula.

$$y' = y \cdot (\max\{x\} - \min\{x\}) + \min\{x\} \tag{5}$$

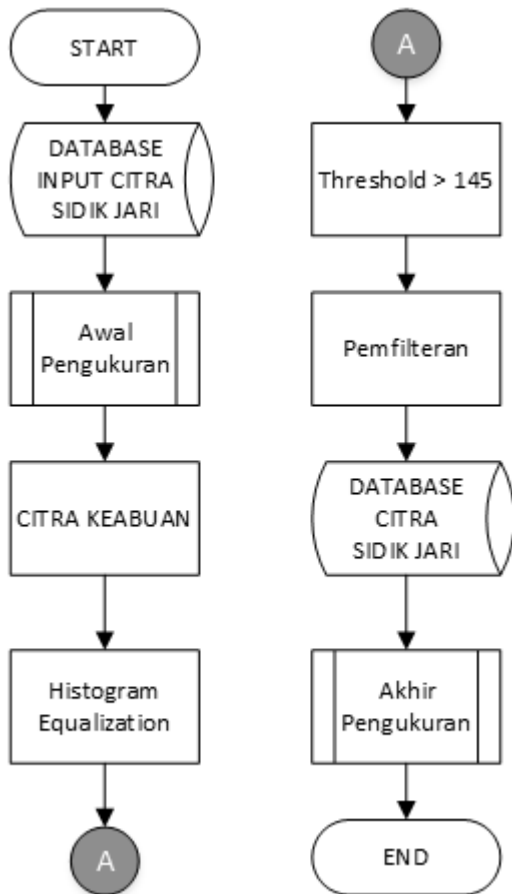
Thinning merupakan bagian dari proses morfologi yang digunakan untuk menghilangkan latar belakang piksel dari citra biner seperti penggunaan operasi *erosion* dan *opening*. Aplikasi yang sering digunakan oleh metode ini adalah pembuatan kerangka tulang suatu citra (*skeletonization*) dari penggunaan metode *edge detection* yang masih tebal keluaran outputnya, sehingga didapatkan nilai akhir berupa piksel dengan nilai tunggal. Proses *thinning* digunakan untuk citra biner dan menghasilkan citra biner lainnya dengan tampilan yang berbeda. Dalam aplikasi praktis, pengerjaan *thinning* dilakukan dengan memberikan nilai patokan tertentu atau nilai *threshold*.



Gambar 1. Contoh aplikasi *skeletonization* untuk menjelaskan penggunaan proses *thinning* dalam citra dengan penggunaan nilai *neighbor* yang menyisakan satu dalam lingkup baris dan kolom terkecuali nilai inti.

Salah satu cara memodifikasi citra guna mendapatkan tampilan yang lebih baik (*enhancing*) adalah proses filtering. Dengan proses filter, didapatkan nilai baru guna menguatkan blok citra ataupun menghilangkan nilai yang tidak diinginkan dengan cara mengalikan secara konvolusi ataupun korelasi dengan nilai blok tertentu. Sebagai ilustrasi penggunaan filter citra adalah konvolusi matrik A dengan *neighbor* matrik B guna menghitung nilai piksel (2,4) adalah sebagai berikut.

$$A = \begin{bmatrix} 17 & 24 & 1 & 8 & 15 \\ 23 & 5 & 7 & 14 & 16 \\ 4 & 6 & 13 & 20 & 22 \\ 10 & 12 & 19 & 21 & 3 \\ 11 & 18 & 25 & 2 & 9 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 8 & 1 & 6 \\ 3 & 5 & 7 \\ 4 & 9 & 2 \end{bmatrix}$$



Gambar 2. Flowchart penelitian dengan menggunakan nilai *thinning* 145 dan proses filter *sliding neighborhood*.

$$A * B =$$

| | | | | |
|----|----|-----------------|-----------------|-----------------|
| 17 | 27 | 1 ⁸ | 8 ⁹ | 15 ⁴ |
| 23 | 5 | 7 ⁷ | 14 ⁵ | 16 ³ |
| 4 | 6 | 13 ⁶ | 20 ¹ | 22 ⁸ |
| 10 | 12 | 19 | 21 | 3 |
| 11 | 18 | 25 | 2 | 9 |

- Putar nilai *mask* sebesar 180° dengan basis pusat nilai matrik di B yaitu nilai 5. Nilai piksel yang dicari di titik (2,4) maka ditutupkan *mask* ke matrik A yang memiliki nilai tengah 14.
- Kalikan nilai yang bersesuaian dari matrik A yang ditumpangki matrik *mask* (terlihat dalam lokasi yang berarsir).
- Jumlahkan semua nilai yang terarsir, dalam hal ini jumlah total (*weighted sum*) = 575

Terdapat metode lainnya untuk filter adalah proses korelasi (*corellation*) yang dilakukan dengan tanpa memutar *mask* 180°, melainkan cukup mengalikan tiap blok yang bersesuaian antara matrik A dan B seperti yang terlihat dalam ilustrasi berikut.

$$A * B =$$

| | | | | |
|----|----|-----------------|-----------------|-----------------|
| 17 | 27 | 1 ⁸ | 8 ¹ | 15 ⁶ |
| 23 | 5 | 7 ³ | 14 ⁵ | 16 ⁷ |
| 4 | 6 | 13 ⁴ | 20 ⁹ | 22 ² |
| 10 | 12 | 19 | 21 | 3 |
| 11 | 18 | 25 | 2 | 9 |

Persamaan untuk konvolusi dinyatakan dalam persamaan (6) berikut.

$$A * B \equiv \int_{-\infty}^{\infty} A(t - \tau)B(\tau)d\tau. \quad (6)$$

Sedangkan persamaan korelasi adalah seperti terlihat dalam persamaan(7) berikut.

$$\rho_{AB} = corr(A, B) = \frac{cov(A, B)}{\sigma_A \sigma_B} = \frac{E[(A - \sigma_A)((B - \sigma_B))]}{\sigma_A \sigma_B} \quad (7)$$

Meskipun memiliki nilai akhir yang sama baik konvolusi maupun korelasi yaitu sebesar 575 untuk nilai konvolusi/korelasi matrik A dengan *mask/neighbor* di titik (2,4). Proses ini sering dinamakan *averaging filter*.

Averaging filter untuk perbaikan citra sidik jari pada umumnya menggunakan *mask* matrik ukuran 3x3 yang terjadi pada pola minutia sehingga dikenal juga dengan filter minutia. Proses pemfilteran dilakukan dengan algoritma sebagai berikut.

- Bila pusat (*central*) citra yang dicari nilainya memiliki nilai 1 dan hanya satu nilai *neighbor*, maka pusat piksel tersebut dihilangkan menjadi bernilai 0.
- Bila pusat piksel adalah 1 dan memiliki *neighbor* bernilai 1 sebanyak 3 buah, maka pusat piksel adalah bifurcation atau nilai percabangan yang dapat 1 atau 0.
- Bila pusat piksel bernilai 1 dan memiliki nilai 1 sebanyak 2 buah dalam *neighbor*, maka pusat piksel nilainya tidak berubah.

Metode pemfilteran citra sidik jari adalah dengan metode *sliding neighborhood* yaitu dengan cara memetakan citra asli sesuai ukuran *neighbor* yang dimulai dari sisi kiri atas terus menuju kanan ke bawah, sehingga pada umumnya bagian bawah bernilai *padding* nol atau karena kosong diisi dengan nilai 0 dan dibuat urut secara kolom untuk mempercepat proses perhitungan komputasi.

DATA DAN PEMBAHASAN

Data penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan 15 buah citra sidik jari yang berbeda. Nilai pengukuran tertampil dalam tabel 1. Untuk mendapatkan gambaran penelitian, Gambar 3. memperlihatkan citra asli yang diambil dari data nomor 1 di tabel 1.



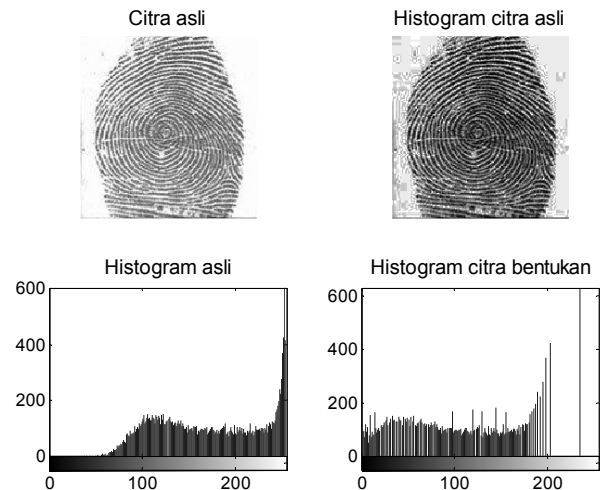
Gambar 3. Citra sidik jari dalam ekstensi .JPG yang digunakan sebagai acuan untuk mendapatkan bentuk tampilan yang lebih baik. Disini terlihat banyak noise yang menyertai di seluruh bagian gambar. Di satu sisi lainnya, terdapat beberapa penggabungan garis dalam

citra yang menempel di pola bukit atau menyatu di pola lembah.

Tabel 1. Nilai pengukuran dari beragam citra sidik jari untuk mendapatkan nilai reratanya untuk pengukuran MSE, SNR, PSNR dan t untuk setiap proses.

| Citra | MSE | SNR | PSNR | t |
|---------------|-----------------|--------------|----------------|--------------|
| 1. | 3.74E+04 | 0.016 | -45.7308 | 1.815142 |
| 2. | 4.36E+04 | 0.0166 | -46.3901 | 2.01054 |
| 3. | 3.75E+04 | 0.017 | -45.7407 | 1.565615 |
| 4. | 3.75E+04 | 0.017 | -45.7407 | 1.595465 |
| 5. | 5.01E+04 | 0.0171 | -47.0019 | 1.5193 |
| 6. | 3.25E+04 | 0.0159 | -45.1223 | 1.583975 |
| 7. | 3.86E+04 | 0.0161 | -45.8621 | 1.629548 |
| 8. | 4.47E+04 | 0.0169 | -46.5046 | 1.483194 |
| 9. | 4.95E+04 | 0.0167 | -46.9458 | 1.544709 |
| 10. | 1.88E+04 | 0.0151 | -42.7342 | 2.553525 |
| 11. | 3.80E+03 | 0.0376 | -35.7933 | 1.60649 |
| 12. | 2.63E+04 | 0.0169 | -44.1977 | 1.975271 |
| 13. | 4.59E+04 | 0.016 | -46.6207 | 1.472201 |
| 14. | 4.39E+04 | 0.0166 | -46.4217 | 1.577943 |
| 15. | 4.39E+04 | 0.0172 | -46.4236 | 1.491011 |
| rerata | 36930.86 | 0.015 | -45.149 | 1.695 |

Dari hasil penelitian, berikut tertampil beberapa citra keluarannya dari Gambar 4 – 7. Kesemua tampilan tersebut bersumber dari citra Gambar 1 guna keperluan kesinambungan penelitian. Sedangkan untuk citra 2 hingga 15 tidak ditampilkan guna efisiensi. Tampilan yang dihasilkan, ditangkap dengan metode *capture* dalam software CorelDraw sehingga terdapat penurunan hasil langsung dengan yang tertampil dalam makalah ini.



Gambar 4. Tampilan citra lajur kiri adalah citra asli beserta histogramnya, citra lajur kanan adalah citra hasil ekuilisasi histogram beserta nilai grafikanya.



Gambar 5. Tampilan antara citra asli dengan perbaikannya menggunakan metode otomatisasi histogram (*histeq*). Terlihat citra sebelah kanan mampu mereduksi beberapa noise yang ada diantara *ridge* dan *furrow*.



Gambar 6. Tampilan perbaikan citra sidik jari dengan menggunakan proses *thinning* dengan nilai *threshold* diatas 145 dimana untuk hasil terbaik dapat dilakukan secara *trial and error*.



Gambar 7. Tampilan citra akhir berupa perbaikan citra sidik jari yang meliputi penggunaan ekuilisasi histogram, *thinning*, dan filter – *sliding neighborhood*.

KESIMPULAN

Terlihat dari Gambar 7. bahwa tampilan citra asli (Gambar 3) menjadi lebih jelas dan lebih tipis untuk pola *ridge* dan pola *furrow* terlihat jelas tanpa adanya noise/derau yang ada di lintasan kedua pola tersebut. Penggunaan nilai *threshold* optimal di nilai 145. Untuk keseluruhan proses dan ukuran dibutuhkan rerata sekitar 1.695 detik dan SNR = 0.015 dB.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini, saya mengucapkan banyak terima kasih kepada Dr. Suhariyanto dan Dr I Wayan Mustika, keduanya dosen pascasarjana UGM yang banyak berkontribusi dalam cara melihat paradikma tulisan jurnal dan prosiding.

DAFTAR PUSTAKA

- Bozhao Tan, Stephanie Schucker, 2010. Spoofing protection for fingerprint scanner by fusing ridge signal and valley noise. *Pattern Recognition* 43(2010) 2845-2857 ScienceDirect.
- Manhua Liu, Pew-Thian Yap, 2012. Invariant representation of orientation fields for fingerprint indexing. *Pattern Recognition* 45(2012) 2532-2542. ScienceDirect.
- Turgay Celik, 2012. Two-dimensional histogram equalization and contrast enhancement. *Pattern Recognition* 45(2012) 3810-3824. ScienceDirect.
- K.S. Sim, C.P. Tso, Y.Y. Tan, 2007. Recursive sub-image histogram equalization applied to gray scale images. *Pattern Recognition Letters* 28(2007) 1209-1221. Elsevier.
- Kanagalakshmi, K., 8-10 April 2011. Performance evaluation of filters in noise removal of fingerprint image. *International Conference on Electronics Computer Technology (ICECT)*, 2011 3rd.
- Xuanbin Si, 2-5 December 2012. Detecting fingerprint distortion from a single image. *International workshop on Information Forensics and Security (WIFS)*.
- Huong Thuy, Nguyen Thi., 21-24 January 2013. An efficient method for fingerprint matching based on local point model. *International Conference on Computing, Management and Telecommunications (ComManTel) IEEE*.
- Radha, N., 4-5 January 2013. Securing iris and fingerprint templates using fuzzy vault and symmetric algorithm. *International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO) IEEE*.

- Yueh-Hong Chen, 18-20 Aug. 2009 . Collusion-Resilient Fingerprinting Using Cropping and Subsampling. *Information Assurance and Security. IAS '09. Fifth International Conference on IEEE - INSPEC* Accession Number: 10908681.
- Muhammad Kusban, 10 Nopember 2012. Perbaikan Citra dengan Menggunakan Metode Histogram Equalization. *TEKNOIN 2012 - UII Yogyakarta*,
- Miao-li Wen ; Yan Liang ; Quan Pan ; Hong-Cai Zhang, 2005. A Gabor filter based fingerprint enhancement algorithm in wavelet domain. *Communications and Information Technology, ISCIT 2005. IEEE International Symposium on Volume 2.*
- Pu Hongbin; Chen Junali; Zhang Yashe, 2007. Fingerprint Thinning Algorithm Based on Mathematical Morphology. *Electronic Measurement and Instruments. ICEMI '07. 8th International Conference on 2007.*
- Junmin Wang; Fei Fu; Xianglin Miao; Jiajing Dong, 2011. Orthogonal ridge slimming method for Fingerprint preprocessing. *Computer Science and Service System (CSSS) – International Conference on 27-29 June 2011.*