

DIGITAL WATERMARKING DALAM 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 yang masih menjadi alat utama identifikasi Polri menjadi persoalan tatkala proses untuk mengetahui pemiliknya tidak efisien. Yaitu ketika citra di lapangan dalam kondisi yang saling tumpang tindih satu sama lainnya (*ridge/furrow*), serta proses lama yang dibutuhkan dalam pencocokan dengan keseluruhan database sidik jari yang ada. Untuk itu perlu adanya metode perbaikan citra dan pengamanan data yang akan memberikan kecepatan akses tanpa membuka keseluruhan database. Metode ekuilisasi histogram berupa pemberian nilai *threshold* dan *thinning* dapat memberikan perbaikan citra sidik jari, sehingga dapat diolah untuk disisipkan citra atau teks dalam teknik *watermarking*, untuk daerah Ycbr dengan ukuran 300 x 400 piksel. Dari penelitian, didapatkan nilai optimal untuk *threshold* adalah 145 dengan rata-rata proses yang diperlukan sekitar 1.69 detik dan SNR = 0.02 dB.

Kata kunci: *ridge/furrow*, *threshold*, *thinning*, *watermarking*, *mark*, ekuilisasi histogram.

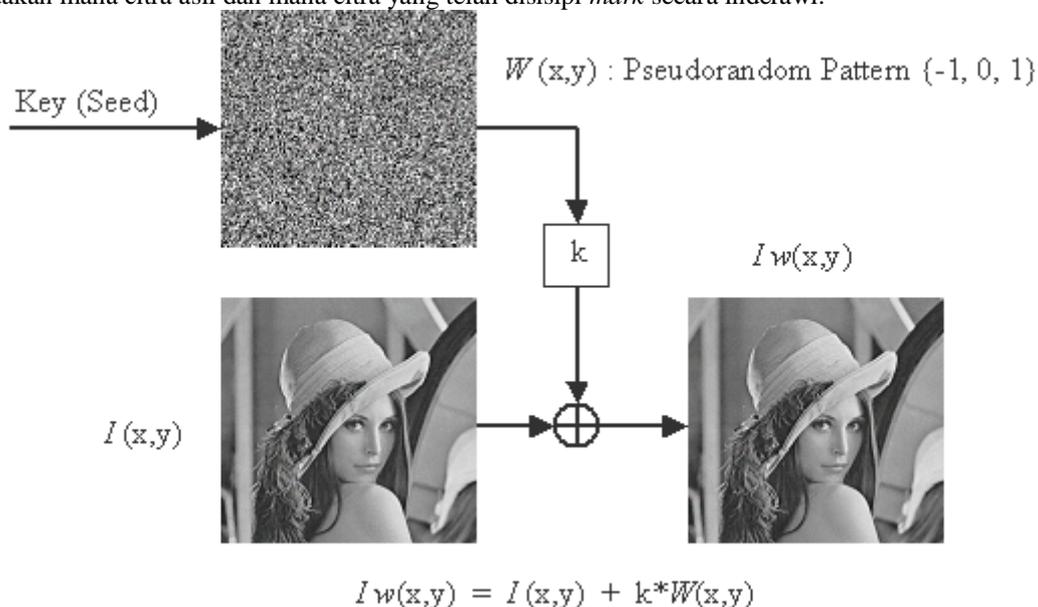
Pendahuluan

Identifikasi setiap orang dengan perangkat AFIS (*automated fingerprint identification system*) membutuhkan perangkat komputer yang handal beserta lamanya waktu proses yang dibutuhkan untuk pencocokan. Hal itu terjadi karena setiap orang untuk identifikasi, diperlukan pembandingan data dengan keseluruhan data yang ada di database sehingga metode tersebut tidak ekonomis. Meskipun, telah menggunakan metode penggolongan database menurut kesamaan sifat (Kai dkk, 2013). 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 dalam deteksi biometrik serta merupakan teknik yang paling efisien dalam pemrosesannya (Manhua dan Pew-Thian, 2012). Deteksi sidik jari masih merupakan metode ampuh untuk identifikasi orang dari kecil hingga tua yang memiliki pola sama disamping pertimbangan kepraktisan dan ekonomis. Pemeriksaan sidik jari merupakan pemeriksaan yang paling akurat serta paling tinggi ketepatannya dibandingkan dengan metode lainnya dalam menentukan identitas setiap orang (wikipedia, 2013). Saat ini sidik jari masih merupakan bentuk identifikasi yang paling teliti yang digunakan oleh Kepolisian Republik Indonesia (Polri, 2013). Berbeda dengan identifikasi yang berupa tanda tangan yang sering kali berubah bentuk. Hasil *scan* citra sidik jari memiliki banyak kelemahan bila dijadikan sumber utama rujukan identifikasi, yaitu bentuk asal citra yang kecil serta *noise* kerut pola yang ada di dalamnya. Disamping itu, adanya garis antar pola yang menyatu satu sama lainnya. Dan yang paling umum adalah adanya bagian yang terang/gelap yang menyebabkan citra sidik jari sulit dikenali. Untuk mengatasi persoalan inefisiensi proses database dan kegagalan hasil *scan*, maka digunakan metode pengamanan data yang melekat didalamnya (*insert* data dalam citra sidik jari).

Watermarking adalah metode pengamanan data dengan cara menyisipkan gambar atau tulisan (*mark*) ke dalam media digital yang hendak diberi pengamannya, dengan tanpa mengurangi tampilan media yang ditumpanginya, sehingga *user* tidak dapat membedakan antara citra *watermarking* dengan citra *non watermarking*. Saat *dicopy* ke media lain, *mark* turut digandakan. Hanya dengan algoritma yang tepat, dapat dipisahkan keduanya. Dua metode penyisipan *watermarking* yang digunakan saat ini: *oblivious* yang memerlukan data asli untuk kembali mendapatkan *mark* didalamnya, dan *non oblivious* yang merupakan metode tidak perlu menggunakan media asli guna mendapatkan *mark*. Cara langsung menambahkan *mark* ke dalam citra adalah dengan cara menambahkan pola *noise pseudorandom* ke dalam citra seperti terlihat dalam gambar 1. Dengan menggunakan kunci, *mark* tetap menempel ke citra asli hingga ada kunci yang cocok untuk menghapusnya. Oleh sebab itu, persoalan keamanan dalam menyimpan dan memperoleh *mark* menjadi perhatian utama para peneliti.

Jain dan Uludug (2003) mengatakan bahwa penggunaan *wide spread* dengan modulasi amplitudo dapat digunakan untuk menyembunyikan *mark* dalam citra. Selanjutnya Jengnan dkk. (2005) menggunakan metode

asymmetric dalam bentuk matrik digunakan untuk menyembunyikan data dan mendapatkan kembali *mark*. Sedangkan Kuribayashi dan Kato (2010) berpendapat bahwa penggunaan *spread spectrum* dalam watermarking dapat digunakan dengan cara penggunaan *index* di sepanjang lingkup *spread spectrum*. Oleh Mathon dkk. (2013) telah menerapkan keamanan *watermarking* dalam sidik jari dengan mengujinya dengan beragam serangan. Keamanan data citra dari *watermarking* tentu saja akan bermanfaat bilamana citra asli dengan citra bentukan telah memiliki perbaikan tampilan serta tidak dapat dibedakan satu sama lainnya. Sehingga setiap orang tidak dapat membedakan mana citra asli dan mana citra yang telah disisipi *mark* secara inderawi.



Gambar 1. Prosedur penyisipan data ke dalam citra (Sangoh dan Kihyun, 2001)

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 $[x_a, x_u]$ dimana $x(i, j) \in [x_a, x_u]$, 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 mengecilkan interval $[y_d, y_u]$ dimana $y(i, j) \in [y_d, y_u]$. Pendekatan yang sering digunakan adalah dengan melakukan perubahan bentuk warna citra asli ke dalam citra level keabuan (*gray*) satu dimensi melalui histogram equilisasi. 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.

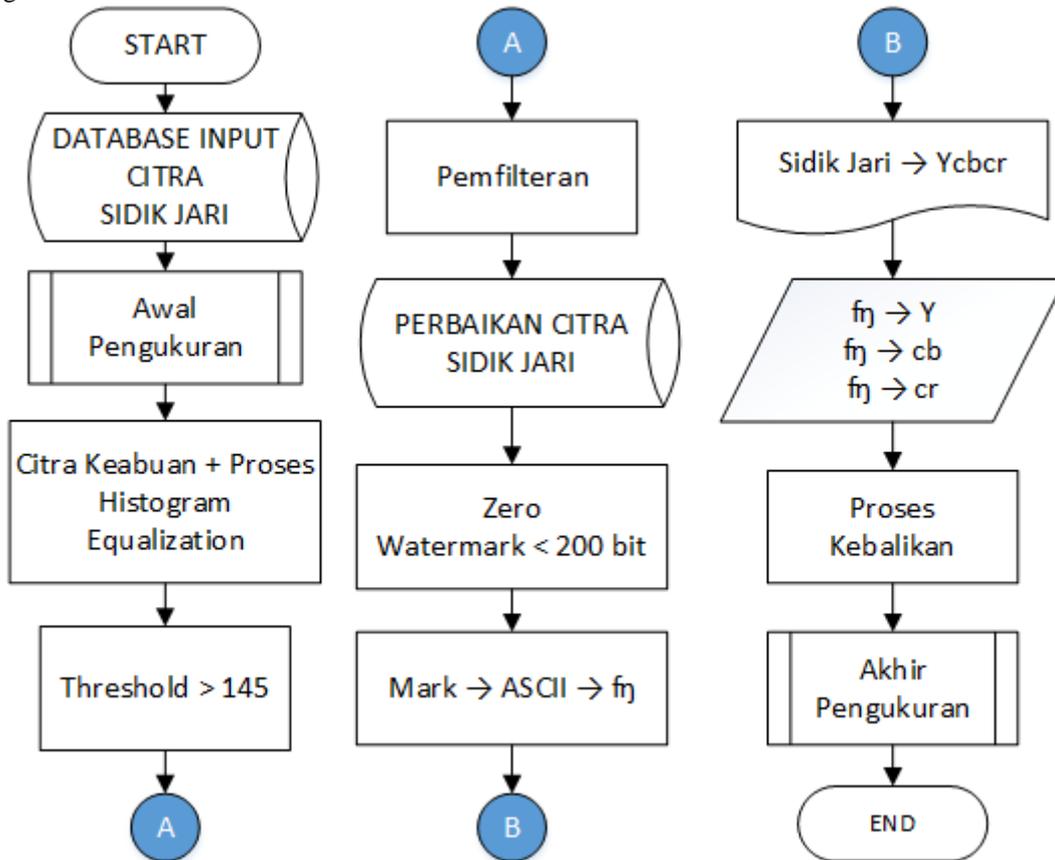
$$y' = y \cdot (\max\{x\} - \min\{x\}) + \min\{x\} \tag{5}$$

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*.

Metode Penelitian

Ide dasar dari perbaikan citra sidik jari adalah mengekstrak *minutiae* dari citra asal yaitu sidik jari. Hasil yang didapat berupa bilur berupa garis-garis yang berdekatan yang juga disebut gunung berjajar (*ridge*) dan pembatas diantaranya berupa lembah (*furrow*). Bentuk *ridge/furrow* kadang menyatu sama lainnya membentuk garis tebal yang menghilangkan ciri pola sidik jari. Terkadang input data masih terkendala dengan derau (*noise*) yang menyatu di dalamnya sehingga proses perbaikan citra sidik jari dilakukan untuk memperbaiki derau dan menipiskan ketebalan *ridge/furrow*. Proses perbaikan citra beserta menyisipkan dan mendapatkan kembali *mark* dapat dilihat dalam bagan alir di Gambar 2.



Gambar 2. Bagan alir metode penelitian citra sidik jari yang diperbaiki tampilan akhir yang sebelumnya disisipi teks pengamanan.

Citra dirubah dalam daerah keabuan (*gray*). Citra keabuan ditingkatkan tingkat kecerahan (*brightness*) dan kontras (*contrast*) karena citra keabuan terdistribusi warnanya dari gelap ke terang yang sering diwakili dengan nilai dari 0 hingga 255. Bila citra mendominasi nilai gelap atau nilai rendah maka perlu metode ekuilisasi histogram untuk menaikkan nilainya secara otomatis. Bila intensitas input x ditransformasikan ke nilai baru x' oleh fungsi T yang merupakan fungsi jumlah total kumulatif piksel.

$$x' = T(x) = \sum_{i=0}^x n_i \frac{Max\ Intensitas}{N} \tag{6}$$

dengan n_i adalah jumlah intensitas piksel ke i , dan N adalah jumlah total piksel citra. Dalam penelitian ini menggunakan nilai yang ditentukan sebesar 145 (nilai *threshold*) guna mendapatkan nilai citra cenderung menuju ke arah putih. Hal ini terjadi karena citra sidik jari sendiri lebih banyak didominasi warna gelap dengan menyatunya antar *ridge*. Selanjutnya citra dibersihkan deraunya dengan menggunakan filter berupa konvolusi matrik dengan nilai *neighborhood* ukuran 3x3.

Penyisipan data teks, dilakukan dalam daerah berwarna sehingga citra dirubah kembali dalam bentuk Ycbr. Yang sebelumnya membuat tempat untuk meletakkan *mark* yang berupa deret nilai nol sebanyak 200 bit. Menuliskan kode teks *mark* yang tidak melebihi dari 25 karakter termasuk *space* dan tanda baca lainnya. Dirubah semua kode teks ke bentuk data biner dengan format kode ASCII.

Data sidik jari dirubah ke format Ycber, dimana untuk bagian Y atau yang dikenal dengan bagian abu-abu tidak mendapatkan perubahan sama sekali. Luasan citra sidik jari dipecah dalam ukuran yang dapat dibagi menjadi 25 bagian, dalam penelitian, semua citra dirubah dalam ukuran 300x400 sehingga luasan *mark* yang dapat ditampung adalah $300/25 \times 400/25$ atau 12×16 .

Bila pembagian dengan sistem modulo 2 menghasilkan nilai 0 dan nilai LSB (*least square bit*) kurang dari 1 maka bagian cb diisikan nilai bit *mark*, tetapi bila nilai LSB lebih besar 1 maka *mark* mengisi bagian cr. Sedangkan bila pembagian dengan sistem modulo 2 menghasilkan nilai lebih besar atau sama dengan 1 dan nilai LSB cb lebih besar atau sama dengan 1 maka *mark* diisikan di dalamnya. Sedangkan bila nilai LSB kurang dari 1 maka *mark* mengisi bagian cr. Selanjutnya dilakukan penggabungan Y, cb, dan cr untuk mendapatkan tampilan utuh citra sidik jari yang telah tersisipi data. Secara inderawi tampilan tidak dapat dibedakan antara citra yang telah tersisipi *mark* dengan yang asli. Selanjutnya dilakukan proses kebalikan dari pemberian *mark* adalah proses mendapatkan kembali data yang telah disisipi dengan metode kebalikan dari proses *watermarking* yang disebut proses *unwatermarking*. Selanjutnya untuk mendapatkan gambaran numerik atas penelitian, diperlukan perhitungan pengukuran SNR, PSNR, dan lama proses untuk mengetahui ukuran proses selama penelitian berlangsung.

Hasil Penelitian

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 7 di tabel 1.

gambar asli



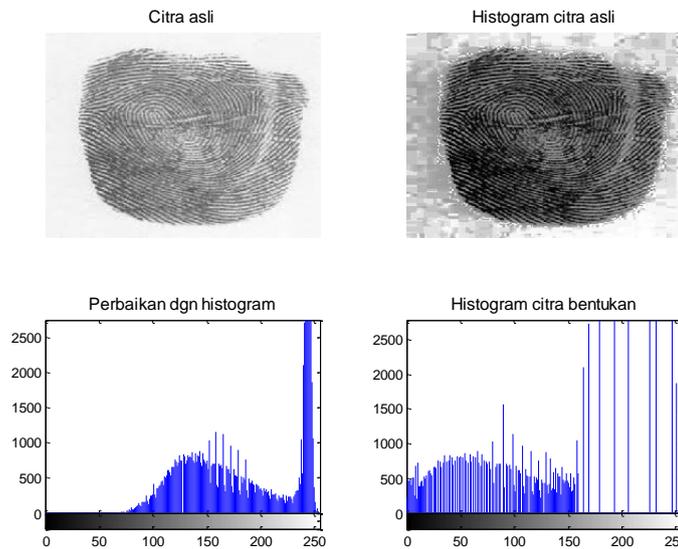
Gambar 3. Citra sidik jari yang digunakan sebagai tampilan awal (gambar asli) dalam ekstensi JPG yang selanjutnya digunakan sebagai acuan untuk perbaikan citra serta acuan penyisipan data teks. Terlihat dari gambar tersebut adanya *ridge/furrow* yang menempel satu sama lain sehingga pola garis menjadi tebal.

Tabel 1. Tabel ukuran perbaikan citra dan keakuratan mendapatkan *mark* teks ‘Seminar RAPI 2013 FT. UMS’ untuk data sebanyak 15 buah citra sidik jari yang berbeda.

Citra Sidik Jari	SNR (dB)	PSNR (dB)	Waktu (detik)	Keakuratan (%)
1.	0.02	-45.73	1.82	100
2.	0.02	-46.39	2.01	76.92
3.	0.02	-45.74	1.57	69.23
4.	0.02	-45.74	1.60	61.54
5.	0.02	-47.00	1.52	100
6.	0.02	-45.12	1.58	100
7.	0.02	-45.86	1.63	100
8.	0.02	-46.50	1.48	100
9.	0.02	-46.95	1.54	100
10.	0.02	-42.73	2.55	100
11.	0.00	-35.79	1.61	100
12.	0.02	-44.20	1.98	100
13.	0.02	-46.62	1.47	7.69
14.	0.02	-46.42	1.58	69.23
15.	0.02	-46.42	1.49	76.92
TOTAL	0.23	-677.23	25.42	1261.54
RATA-RATA	0.02	-45.15	1.69	84.10



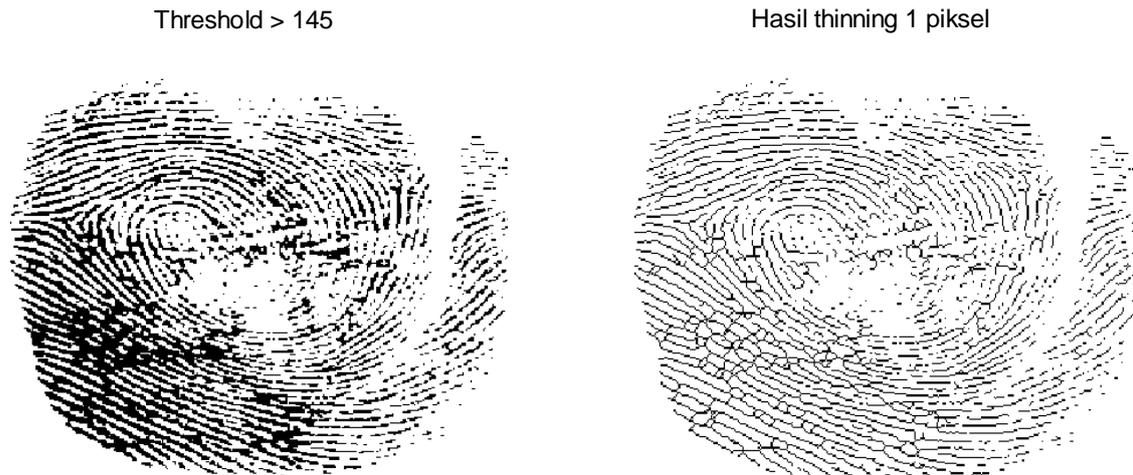
Gambar 4. Tampilan GUI Matlab atas penyisipan *mark* untuk mengetahui keakuratan data saat keluaran citra sidik jari diekstrak untuk mendapatkan kembali data apa yang tersimpan di dalamnya.



Gambar 5. Hasil tampilan proses histogram terlihat ada noise di dalamnya. Pelebaran nilai piksel dilakukan hingga 255 (8 bit) sehingga di dapatkan citra dengan nilai kontras yang lebih besar sehingga mempertajam nilai ke arah 0 atau 255.



Gambar 6. Tampilan antra citra asli dengan citra perbaikannya setelah proses filter dikenakan dalam hal ini menggunakan otomatisasi histogram (*histeq* dalam Matlab) sehingga gambar kanan terlihat pengurangan citra yang double antara *ridge/furrow*.



Gambar 7. Tampilan akhir citra sebelah kiri yang dipertajam tampilannya dengan memberikan nilai *threshold* sebesar 145 dan proses *thinning* yang dikenakan setelahnya.

Kesimpulan

Proses penyisipan *mark* secara keseluruhan berhasil dengan baik yang ditunjukkan dari Tabel 1 dengan hasil keakuratan 84.10%. Nilai ini didapatkan dengan sebanyak 9 dari 15 citra sidik jari memberikan hasil ekstraksi 100% tanpa kesalahan. Kesalahan terbesar untuk citra nomor 13 yang kemungkinan besar terjadi karena proses *resizing* dari citra *gray* ke dalam citra *Ycbcr*. Selanjutnya rata-rata proses 1.69 detik dengan nilai pengukuran SNR sebesar 0.02 dB dan PSNR sebesar -45.16 dB.

Referensi

- Bozhao Tan, Stephanie Schucker, 2010. Spoofing protection for fingerprint scanner by fusing ridge signal and valley noise. *Pattern Recognition* 43(2010) 2845-2857 ScienceDirect.
- http://id.wikipedia.org/wiki/Identifikasi_forensik, Sabtu tanggal 23 November 2013 jam 7.00
- <http://www.metro.polri.go.id/perpus/390-sidik-jari>, Sabtu tanggal 23 November 2013 jam 7.00
- Jain, A.K, Uludag, U. (2003), "Hiding biometric data", *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on Volume 25* pp:1494-1498.
- Jengnan Tzeng, Wen Liang Hwang, I Liang Chern, 2005. "An asymmetric subspace watermarking method for copyright protection", *Signal Processing IEEE Transactions on volume 52*, Pages:784-792.
- Kai Cao, Liaojun Pang, Jimin Liang, dan Jie Tien, (23 May 2013), "Fingerprint classification by a hierarchical classifier" *SciVerse ScienceDirect, Pattern Recognition* 46(2013)3186-3197.
- Manhua Liu, Pew-Thian Yap, 2012. Invariant representation of orientation fields for fingerprint indexing. *Pattern Recognition* 45(2012) 2532-2542. ScienceDirect.
- Mathon, B. Bas, P, Cayre, F, dan Macq, B., "Impacts of watermarking security on tardos-based fingerprinting", *Information forensics and security, IEEE transactions on volume 8*, Pages: 1038-1050.
- Sangoh Jeong dan Kihyun Hong, (31 May 2001), "Dual detection of a watermark embedded in the DCT domain" <http://scien.stanford.edu/pages/labsite/2001/ee368/projects2001/dropbox/project06/> Jumat 22 November 2013 jam 17.45.