

Peningkatan Citra Sidik Jari Menggunakan Teknik Filter

Febi Firmansyah
R&D
PLTU Teluk Balikpapan
Kalimantan Timur, Indonesia
mr.febifirmansyah@gmail.com

Abstrak—Dalam definisi yang paling ketat, sidik jari adalah jejak yang dibuat oleh tonjolan gesekan ujung jari manusia. Dalam arti luas, sidik jari adalah jejak yang ditinggalkan oleh tonjolan gesekan dari bagian tangan manusia atau primata lainnya. Selain itu, tonjolan gesekan mungkin tercetak oleh jejak kaki. Friction ridge adalah bagian yang lebih tinggi dari epidermis jari (jari tangan dan kaki), telapak tangan, atau telapak kaki yang terdiri dari satu atau lebih unit Friction ridge skin ridge. Kontrak yang mendasari antara papila dermal dermis dan pasak interpapiler (rete) epidermis juga disebut sebagai "punggungan epidermis". Punggungan epidermis ini meningkatkan getaran yang disebabkan, misalnya, ketika jari-jari menyentuh permukaan yang tidak rata, meningkatkan transmisi impuls ke neuron sensorik yang terlibat dalam persepsi tekstur yang menyenangkan. Pegunungan ini membantu meningkatkan traksi di medan yang tidak rata dan licin. Artikel ini menjelaskan penghapusan noise dari gambar sidik jari. Itu dilakukan melalui dua pendekatan. Pertama, pemerataan histogram, Wiener filtering, binarization, dan thinning digunakan. Metode kedua menggunakan filter anisotropik. Prosedur kedua secara efektif menghilangkan kebisingan. Matlab digunakan untuk mensimulasikan teknik yang disarankan.

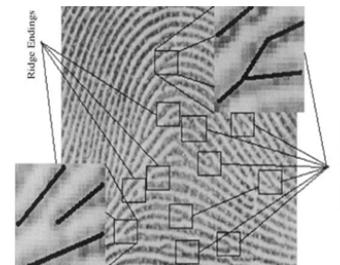
Kata Kunci—gambar sidik jari, filter anisotropik, noise, friction, filter wiener, IAFIS, RIDGE

I. PENGANTAR

Saat ini, sidik jari adalah karakteristik biometrik yang paling banyak digunakan untuk identifikasi pribadi. Salah satu tanggung jawab utama dari Integrated Automated Fingerprint Identification Service (IAFIS) dari organisasi penegak hukum yang paling terkenal adalah identifikasi sidik jari. Pola sidik jari didefinisikan oleh serangkaian garis punggungan paralel yang terkadang bersilangan dan berakhir. Fitur-fitur kecil mencerminkan dua karakteristik punggungan lokal yang paling signifikan: terminasi dan bifurkasi. Terminasi *ridge* digambarkan sebagai ujung *ridge* yang tiba-tiba, sedangkan *ridge bifurcation* adalah titik di mana *ridge* terbelah menjadi *ridge* cabang. Hal ini terlihat pada Gambar 1. Keunikan sidik jari ditentukan oleh kualitas dan koneksi dari *ridge* lokalnya. Mayoritas teknik perbandingan sidik jari mengandalkan pencocokan hal-hal kecil.

Namun, foto sidik jari termasuk noise karena kotoran, oli, basah, dan perangkat input dan penyimpanan di bawah standar. Oleh karena itu, dalam gambar sidik jari yang bising, tonjolan tidak terdefinisi dengan baik dan tidak dapat dikenali secara akurat. *Noise* dapat mengakibatkan

pembentukan punggungan palsu dan pengabaian garis punggungan alami, Gambar 2. Menampilkan gambar sidik jari dengan noise Gambar rentan terhadap noise. *Noise* adalah hasil dari kekurangan dalam proses pengambilan gambar yang menghasilkan nilai piksel yang tidak secara akurat mewakili intensitas akurat pemandangan. *noise* dapat dimasukkan ke dalam gambar dalam beberapa cara, tergantung pada bagaimana gambar itu terbentuk. Jika gambar dipindai dari gambar yang diambil pada film, butiran film adalah sumber *noise*. Kebisingan mungkin juga merupakan akibat dari kerusakan pada film atau pemindai itu sendiri. Metode untuk memperoleh data (seperti detektor CCD) mungkin menimbulkan *noise* jika gambar segera dikumpulkan secara digital. Transfer data gambar melalui sarana elektronik dapat menimbulkan *noise*.



Gambar 1. Contoh Detail Sidik Jari (Ujung Punggungan dan Bifurkasi).



Gambar 2. Gambar Sidik Jari Noise

Karena adanya derau, tonjolan palsu dapat secara drastis mengurangi kinerja pencocokan sistem. Ada keuntungan menggunakan teknologi sidik jari ini untuk operasi sehari-hari, seperti ketersediaan perangkat pengenalan sidik jari untuk akses desktop dan laptop dari berbagai pemasok. Dengan gadget tersebut, pengguna tidak perlu lagi menginput password. Sebaliknya, hanya satu sentuhan

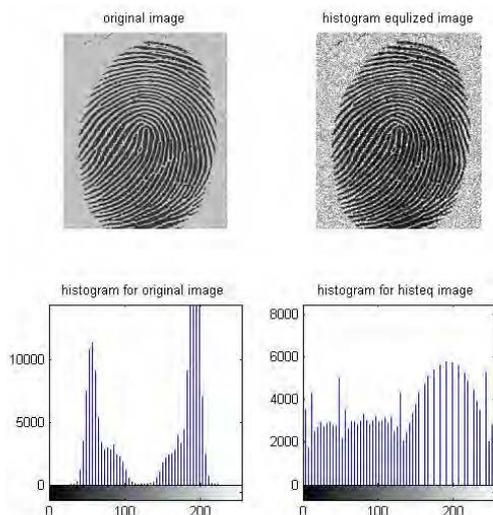
memberikan akses instan. Ini juga digunakan untuk menyaring sidik jari untuk aplikasi manfaat layanan sosial baru guna memastikan penerima tidak mendapatkan manfaat secara ilegal dengan identitas palsu. Makalah ini menyajikan dua cara untuk menghilangkan *noise* pada gambar sidik jari. Yang pertama dilakukan melalui pemerataan histogram, *binarisasi Wiener filtering* dan *thinning*. Teknik kedua menggunakan filter anisotropik unik untuk peningkatan skala abu-abu langsung.

Penelitian ini menyajikan dua teknik untuk menghilangkan *noise* dari citra sidik jari. Pertama, pemerataan histogram, *binarisasi Wiener filtering*, dan *thinning* digunakan. Untuk *augmentasi* skala abu-abu langsung, teknik kedua menggunakan filter anisotropik yang unik.

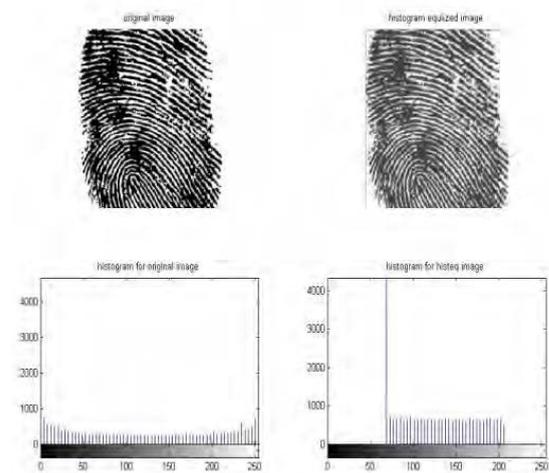
II. HASIL DAN ANALISIS

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kontras ridge meningkat, dan histogram untuk gambar asli dan gambar yang disetarakan dengan histogram juga disajikan: Selain kontras ridge yang tinggi, *noise* latar belakang juga diperkuat. Dengan demikian, baik ridge yang diinginkan dan *noise* diperkuat. Namun, *noise* tidak diinginkan dalam gambar sidik jari karena menyulitkan untuk membedakan tonjolan yang sebenarnya. Jadi pengurangan kebisingan tidak memadai.

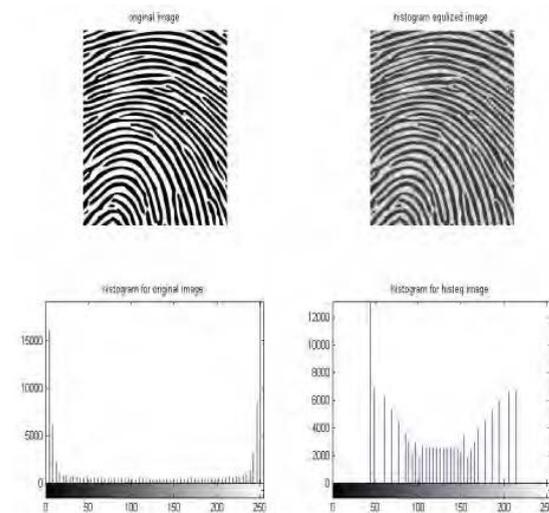
Menyesuaikan nilai intensitas gambar ke rentang baru adalah metode peningkatan gambar yang dikenal sebagai penyesuaian intensitas. Gambar 4 mengilustrasikan konsep ini dengan gambar kontras rendah dan histogram terkait. Amati bagaimana histogram gambar mengumpulkan semua nilai di tengah rentang. Sebagai hasil dari peningkatan kontras pada gambar o/p, histogram terisi. Dari gambar 7, 13, 14, 16, 17, dan 18, terlihat bahwa gambar yang disetarakan dengan histogram semakin gelap, yang bukan merupakan maksud dari penelitian ini. Histogram akan dimiringkan ke arah ujung gelap skala abu-abu jika gambarnya gelap. Lebar kecil dari histogram tentang skala abu-abu total menunjukkan rentang dinamis yang buruk. Seperti terlihat pada Gambar 4, 6, 10, 11, dan 12, intensitas dan kontras rata-rata meningkat ketika grafik terdistribusi secara merata.



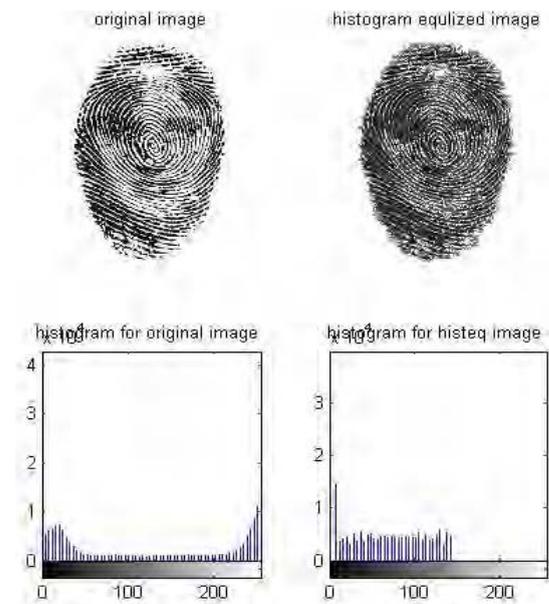
Gambar 3. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Pertama



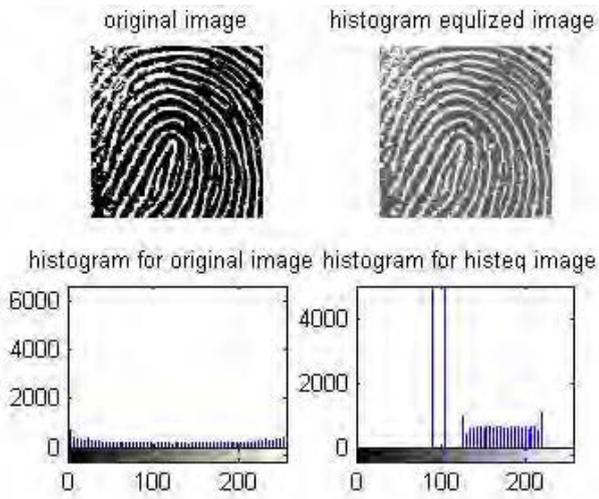
Gambar 4. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Kedua



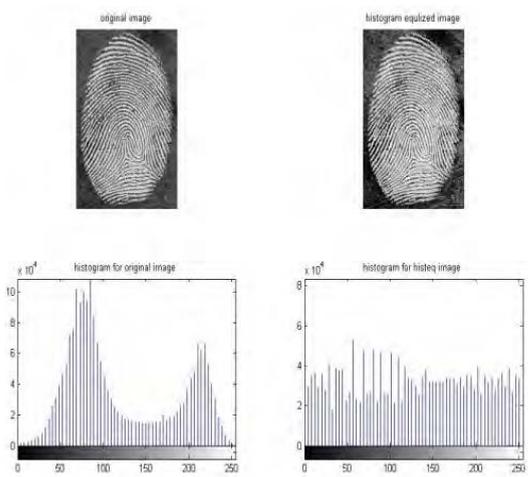
Gambar 5. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Ketiga



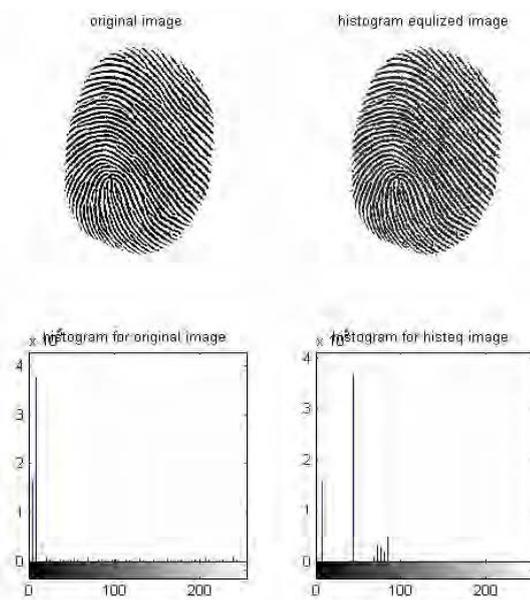
Gambar 6. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Keempat



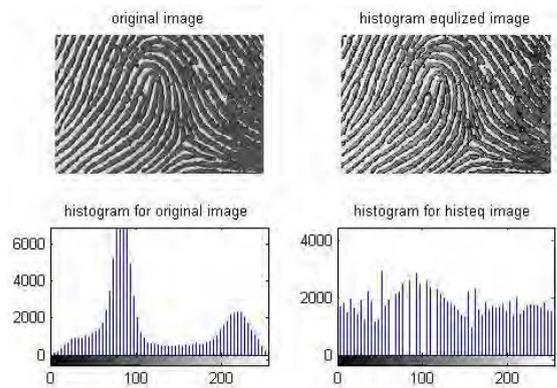
Gambar 7. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Kelima



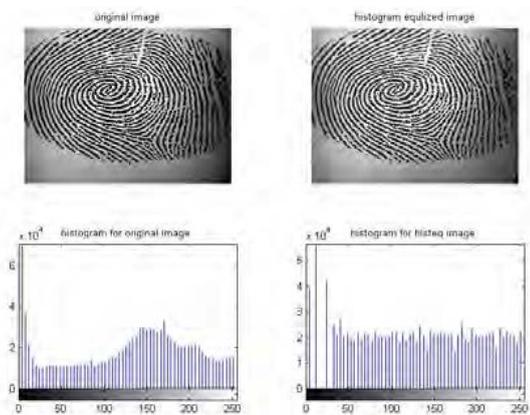
Gambar 10. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Kedelapan



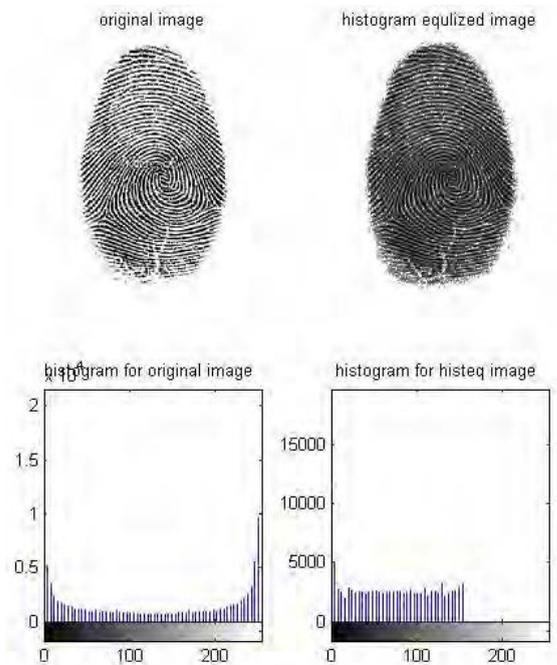
Gambar 8. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Keenam



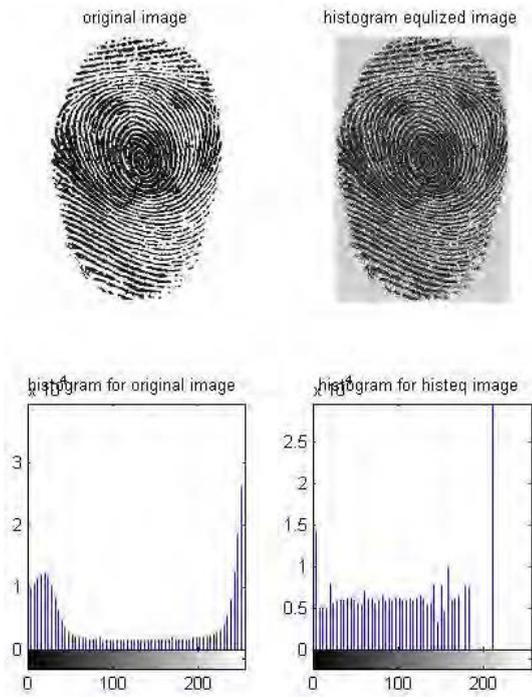
Gambar 10. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Kesembilan



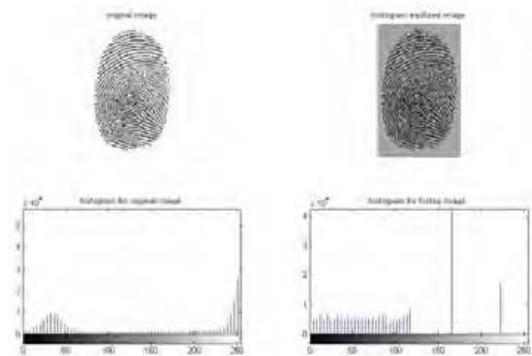
Gambar 9. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Ketujuh



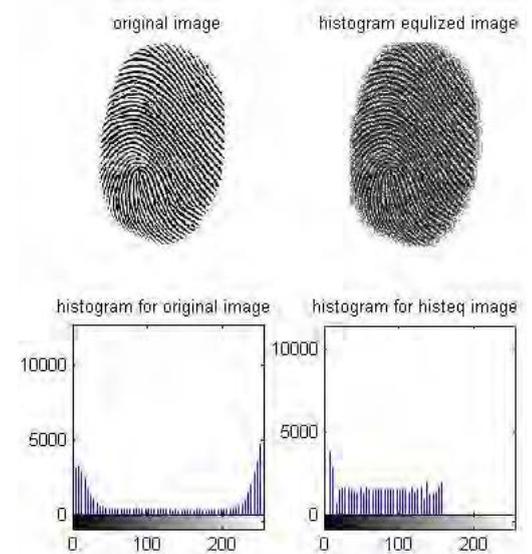
Gambar 11. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Kesepuluh



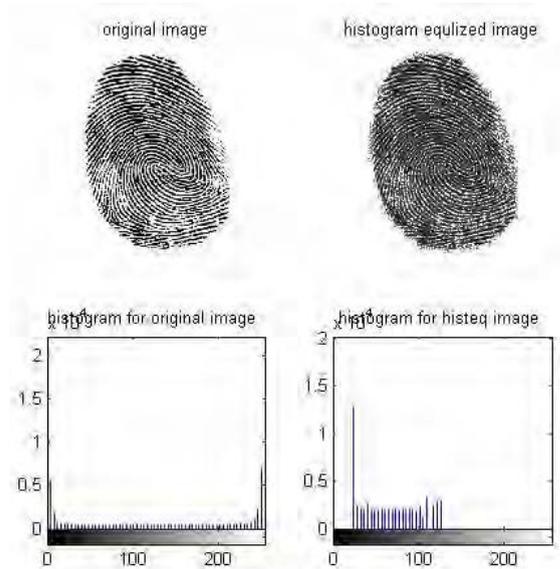
Gambar 12. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Kesebelas



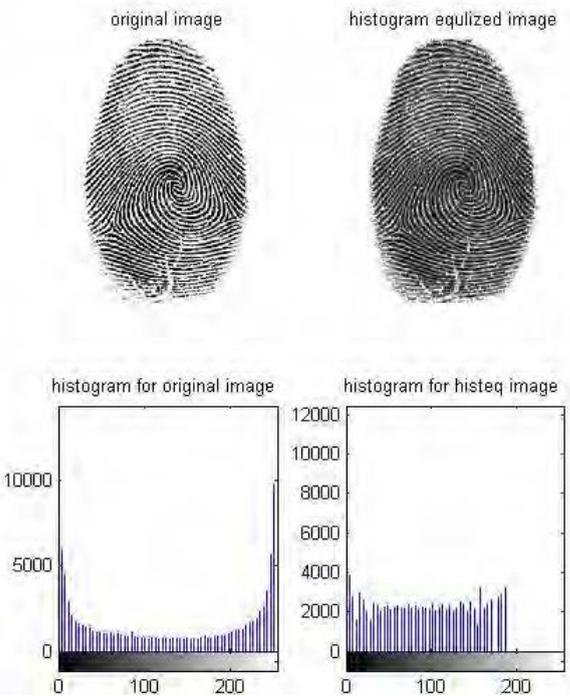
Gambar 13. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Keduabelas



Gambar 14. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Ketigabelas



Gambar 15. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Keempatbelas



Gambar 16. Perbandingan Citra Asli dan Perataan Histogram Citra Sampel Kelimabelas

A. Wiener Filtering

Filter Wiener menghilangkan noise yang mencemari sinyal. Jika ada *noise* dalam sistem, pendekatan ini menganggapnya sebagai *noise Gaussian* putih aditif. Akibatnya, digunakan dalam restorasi gambar. Filter *Wiener* menyediakan filter optimal untuk restorasi di hadapan kebisingan dalam kelas filter linier. Karakteristik berikut menentukan Filter Wiener:

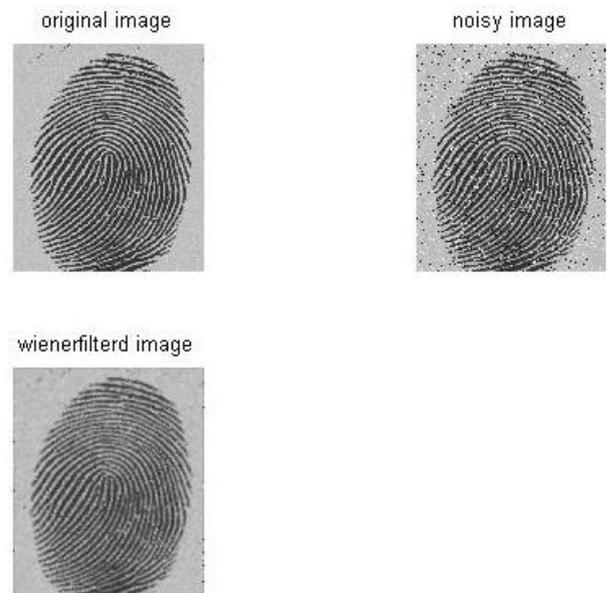
Sinyal dan noise diasumsikan sebagai proses linier stokastik yang stabil dengan karakteristik spektrum daya yang ditetapkan atau autokorelasi dan korelasi silang. Filter harus dapat direalisasikan secara fisik, sesuai dengan persyaratan.

Kriteria kinerja: kesalahan kuadrat rata-rata minimal. Filter didasarkan pada data lokal yang dikumpulkan dari lingkungan 3-kali-3 di sekitar setiap piksel dan didefinisikan sebagai

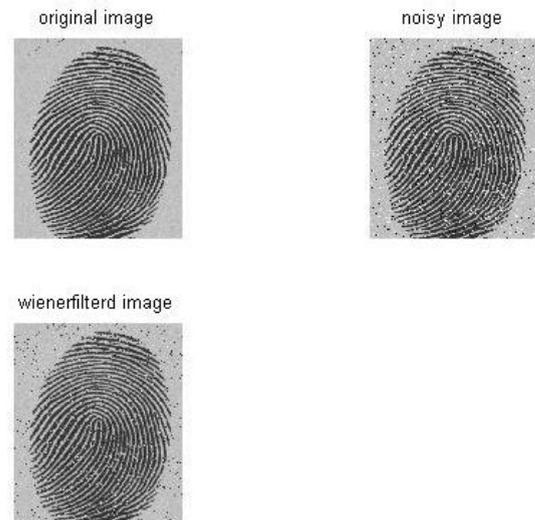
$$w(n_1, n_2) = \frac{(\sigma^2 - v^2)}{v^2} * (I(n_1, n_2) - \mu) \quad (1)$$

Dimana v^2 mewakili varians kebisingan, μ menunjukkan mean dan varians lokal, dan I mewakili intensitas tingkat abu-abu di n_1 ; n_2 . Filter Wiener menerapkan filter *lowpass* pada gambar skala abu-abu yang telah dirusak oleh *noise* tambahan dengan daya konstan. Filter adaptif lebih selektif daripada filter linier serupa, mempertahankan tepi gambar dan komponen frekuensi tinggi. Selain itu, filter untuk gambar *input* diimplementasikan tanpa perhitungan apa pun. Namun, Wiener membutuhkan lebih banyak waktu komputasi.

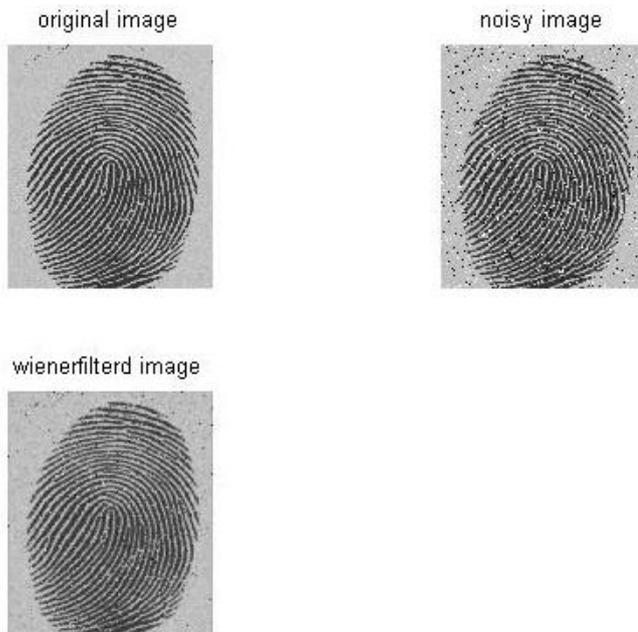
Tergantung pada data lingkungan lokal, filter Wiener menggunakan algoritma Wiener adaptif piksel demi piksel. Filter Wiener memperkirakan rata-rata citra lokal dan simpangan baku menggunakan lingkungan m -by- n . Filter Wiener (filter linier) diterapkan secara adaptif ke gambar, menyesuaikan dirinya dengan varians Gambar lokal. Di mana perbedaannya cukup besar, Wiener memberikan sedikit pemulusan. Perbedaannya sedikit; Wiener melakukan perataan yang lebih signifikan. Biasanya, metode ini memberikan hasil yang lebih baik daripada penyaringan linier. Temuan eksperimental mengungkapkan varians dalam eliminasi *noise*. Jika saya m -by- n tinggi, *smoothing* juga tinggi, dan jika rendah, *smoothing* juga rendah. Pendekatan ini mendapat manfaat dari menghilangkan *noise* dari sidik jari, yang tidak dapat dicapai dengan pemerataan histogram sebelumnya. Gambar 19, 20, dan 21 menunjukkan gambar yang difilter wiener dari 5,7,3 m -by- n piksel.



Gambar 18. Perbandingan Citra Asli, *Noise* Citra, dan Citra Wiener Filter Sampel Kedua



Gambar 19. Perbandingan Citra Asli, *Noise* Citra, dan Citra Wiener Filter Sampel Ketiga



Gambar 17. Perbandingan Citra Asli, *Noise* Citra, dan Citra Wiener Filter Sampel Pertama

B. Binarization dan Thinning

Operasi yang mengubah citra skala abu-abu menjadi citra biner adalah binerisasi. Piksel dengan nilai 0 ditampilkan sebagai hitam; piksel dengan nilai satu ditampilkan sebagai putih. Penipisan berarti mengurangi objek atau bentuk biner dalam gambar menjadi sapuan lebar piksel tunggal. Garis sidik jari cukup tebal; mungkin diinginkan untuk analisis bentuk berikutnya terlalu tipis sehingga masing-masing adalah satu piksel tebal. Garis punggung yang menipis (ketebalan satu piksel) diperoleh dengan menggunakan operasi penipisan morfologis.

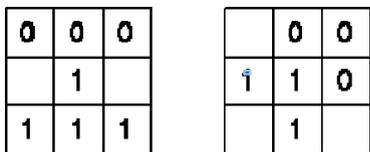
Morfologi: Ini adalah alat untuk mengekstraksi komponen gambar yang berguna dalam representasi dan deskripsi bentuk wilayah, seperti batas, kerangka, dan lambung cembung.

Operasi *smoothing* mendahului proses Binarisasi dan *thinning*. Dengan melakukan binarisasi pada sidik jari, *ridge* terlihat untuk dideteksi, selalu didahului untuk operasi *thinning*.

Menggunakan *thresholding* adaptif, binarisasi dapat dilakukan. Setiap piksel dialokasikan nilai baru (1 atau 0) berdasarkan rata-rata intensitas di sekitarnya ($m \times n$ piksel).

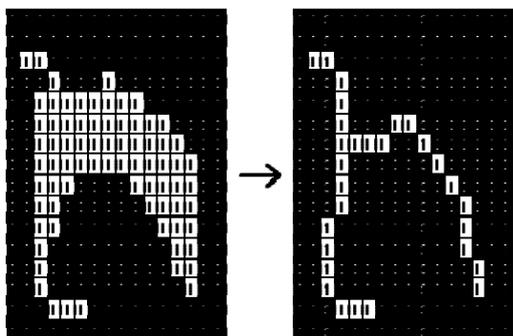
Salah satu aplikasi *thinning* yang paling sering adalah untuk mengurangi keluaran ambang batas dari detektor tepi seperti operator Sobel ke garis dengan ketebalan piksel tunggal sambil mempertahankan panjang lengkap garis tersebut (yaitu, piksel pada ujung garis yang ekstrem harus tidak terpengaruh).

Metode langsung untuk melakukannya adalah sebagai berikut: Pertimbangkan semua piksel di sekitar perimeter latar depan (yaitu, titik latar depan yang memiliki setidaknya satu tetangga latar belakang). Hapus setiap titik tersebut dengan beberapa tetangga latar depan, asalkan hal itu tidak memutus secara lokal (yaitu, membagi menjadi dua) area yang berisi piksel. Iterasi sampai konvergen. Pendekatan ini mengikis tepi objek latar depan sebanyak mungkin tanpa mempengaruhi piksel di ujung garis. Efek ini dapat dicapai dengan penipisan morfologi dengan iterasi sampai konvergensi dengan komponen penataan terlihat pada Gambar 1 dan semua rotasi 90° mereka ($42 = 8$ elemen penataan total). Kami menemukan kerangka segi delapan dari bentuk biner, himpunan titik di pusat segi delapan yang benar-benar pas di dalam bentuk dan menyentuh batas bentuk setidaknya dua kali. Lihat bagian tentang kerangka untuk informasi lebih lanjut tentang kerangka dan metode lain untuk menghitungnya. Pendekatan kerangka ini menjamin produksi kerangka terkait.



Gambar 20. Penataan Elemen Untuk Skeletonisasi Dengan Penipisan Morfologi

Gambar 21. Menunjukkan Hasil Operasi *Thinning* Ini Pada Citra Biner Sederhana.



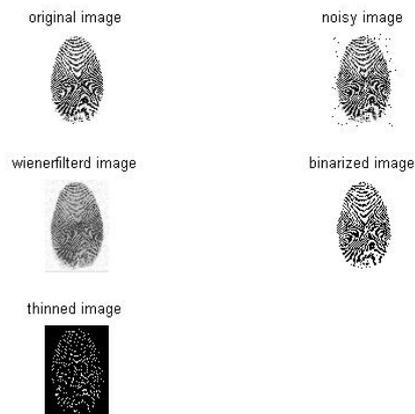
Gambar 21. Contoh kerangka dengan penipisan morfologi bentuk biner sederhana, menggunakan elemen penataan di atas. Perhatikan bahwa kerangka yang dihasilkan terhubung.

Ambang batas adaptif, yang digunakan selama proses binarisasi, dapat mengakibatkan hilangnya informasi.

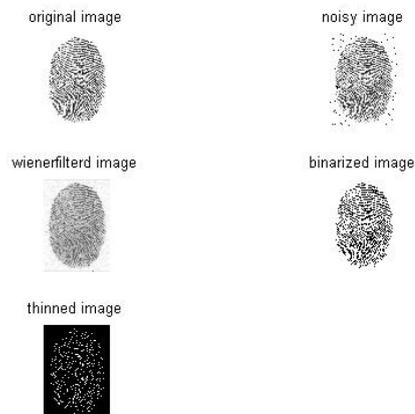
Gambar 24 menggambarkan penghapusan kebisingan dari sidik jari biner. Gambar 24 menggambarkan dua jenis kebisingan umum yang mungkin muncul dalam citra biner yang menipis: koneksi *ridgeline* palsu dan *gap ridgeline*. Sambungan *ridgeline* palsu secara empiris ditentukan kurang dari 10 piksel dan hampir tegak lurus terhadap arah *ridge* lokal. Oleh karena itu, tahap binarisasi dan *thinning* tidak dapat mencegah deteksi *ridge*. Sebaliknya, mereka digunakan sebagai langkah perantara dalam algoritma optimasi tertentu.



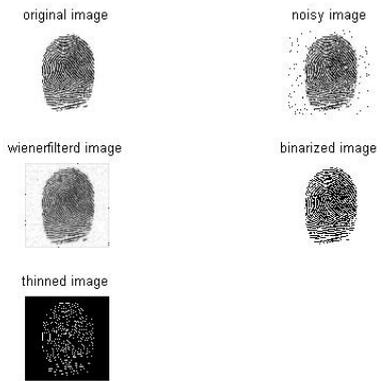
Gambar 22. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, *Binarization* Citra, dan *Thinning* Citra Sample Pertama



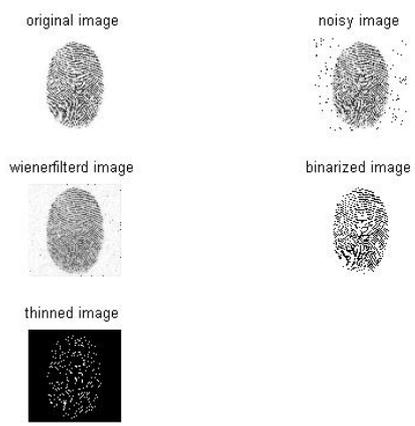
Gambar 23. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, *Binarization* Citra, dan *Thinning* Citra Sample Kedua



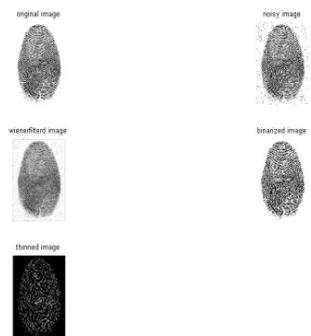
Gambar 24. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, *Binarization* Citra, dan *Thinning* Citra Sample Ketiga



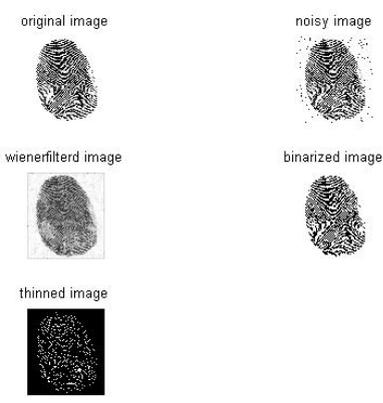
Gambar 25. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, *Binarization* Citra, dan *Thinning* Citra Sample Keempat



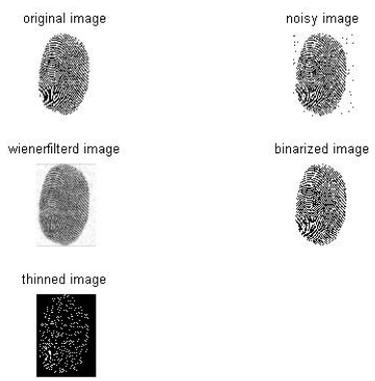
Gambar 28. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, *Binarization* Citra, dan *Thinning* Citra Sample Kedelapan



Gambar 26. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, *Binarization* Citra, dan *Thinning* Citra Sample Kelima



Gambar 27. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, *Binarization* Citra, dan *Thinning* Citra Sample Keenam

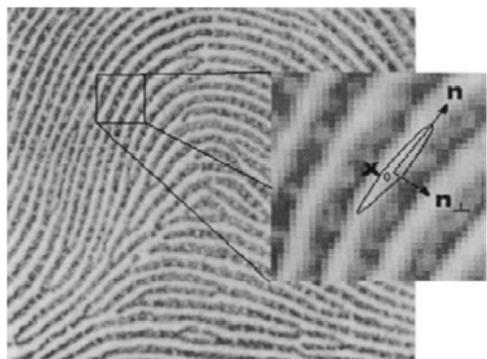


Gambar 27. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, *Binarization* Citra, dan *Thinning* Citra Sample Ketujuh

C. Filter Anisotropik

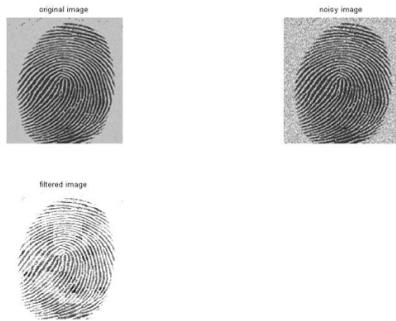
Ini adalah filter yang digunakan untuk menyaring ke arah tertentu. Ini digunakan untuk menghilangkan *noise* dari gambar sidik jari, misalnya. Karena *ridge* (garis) pada sidik jari diposisikan dalam berbagai orientasi. Untuk menyaring kebisingan di sepanjang pegunungan, filter anisotropik (tergantung arah) ini digunakan. Menggunakan filter isotropik untuk tujuan ini akan menyaring ke segala arah.

Dokumen ini menjelaskan metode kedua untuk peningkatan sidik jari melalui filter anisotropik baru. Bubungan sidik jari pertama-tama harus diorientasikan menggunakan Transformasi *Hough* untuk membuat filter anisotropik ini. Diagram menunjukkan bahwa filter yang digunakan adalah filter Gaussian dengan variasi yang bervariasi pada arah X dan Y. Orientasi tonjolan sidik jari digunakan untuk memutar filter Gaussian dengan orientasi ini. Kernel muncul sebagai elips ketika filter ini diterapkan ke garis punggung. *Smoothing* dengan demikian dilakukan di sepanjang ridge tetapi tidak melintasi garis ridge. Filter anisotropik yang disarankan tidak dapat langsung diterapkan ke seluruh gambar sidik jari karena orientasi garis ridge yang bervariasi dalam pola sidik jari. Mengamati gambar sidik jari, kita melihat bahwa beberapa garis punggung disejajarkan secara blok-bijaksana. Untuk melakukan ini, seluruh gambar dipisahkan menjadi beberapa blok. Garis punggung setiap blok akan memiliki orientasi tertentu. Kemudian, transformasi *Hough* dapat diterapkan pada blok yang memberikan orientasi; dengan orientasi ini, filter diputar, dan kebisingan di sepanjang garis punggung dihilangkan.

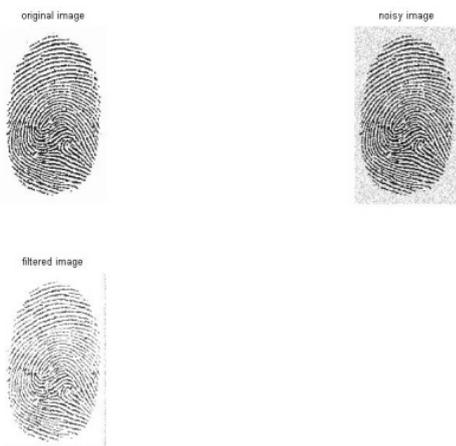


Gambar 29. Filter Anisotropik

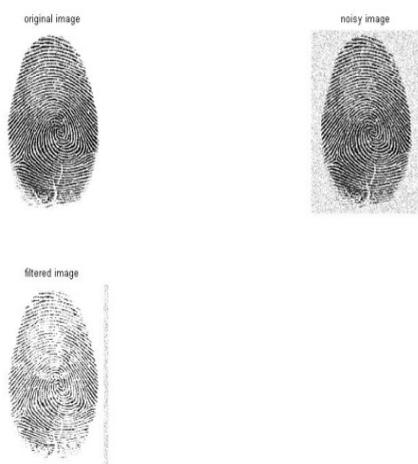
Temuan eksperimental menunjukkan bahwa filter anisotropik Gaussian secara efektif mengurangi kebisingan dari sidik jari sambil menjaga tonjolan. Ketika pendekatan ini dikontraskan dengan metode sebelumnya, kebisingan latar belakang dihilangkan, kehilangan informasi tidak ada, punggungan palsu juga disaring, dan tidak bergantung pada statistik yang dihitung dari lingkungan lokal ukuran $m \times n$ setiap piksel, yaitu kebisingan penghapusan tergantung pada varians. Gambar 35 sampai 43 menggambarkan bahwa kebisingan berkurang sepenuhnya. Temuan, pada gilirannya, akan mengarah pada peningkatan kinerja yang sesuai.



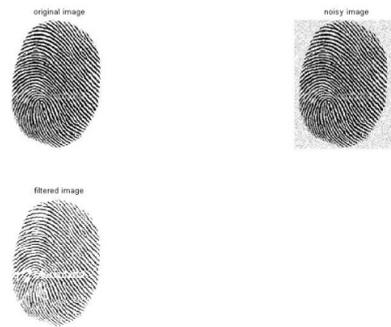
Gambar 30. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, dan Filter Anisotropik Citra Sampel Pertama



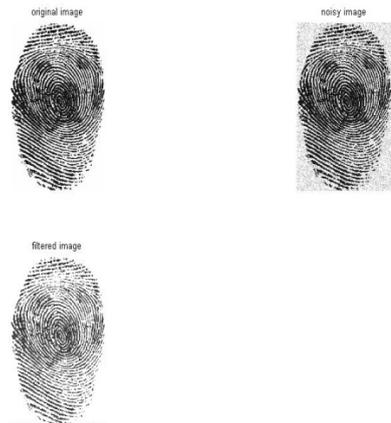
Gambar 31. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, dan Filter Anisotropik Citra Sampel Kedua



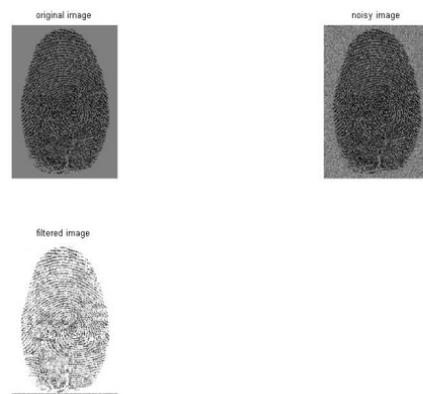
Gambar 32. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, dan Filter Anisotropik Citra Sampel Ketiga



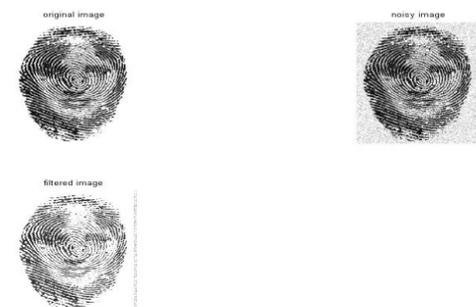
Gambar 32. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, dan Filter Anisotropik Citra Sampel Keempat



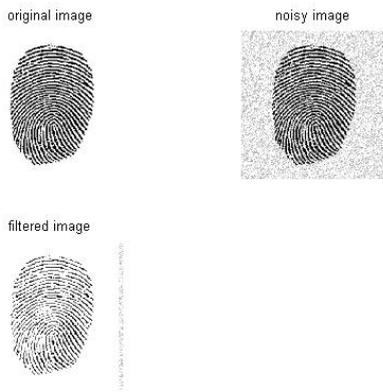
Gambar 33. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, dan Filter Anisotropik Citra Sampel Kelima



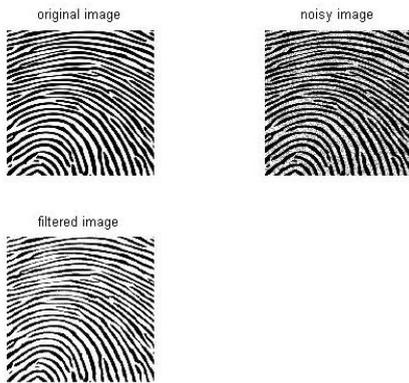
Gambar 34. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, dan Filter Anisotropik Citra Sampel Keenam



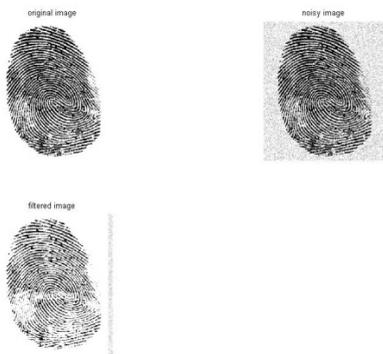
Gambar 35. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, dan Filter Anisotropik Citra Sampel Ketujuh



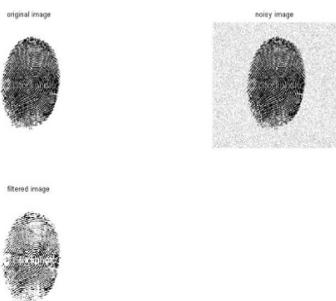
Gambar 36. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, dan Filter Anisotropik Citra Sampel Kedelapan



Gambar 37. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, dan Filter Anisotropik Citra Sampel Kesembilan



Gambar 38. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, dan Filter Anisotropik Citra Sampel Kesepuluh



Gambar 39. Perbandingan Citra Asli, Citra *Noise*, dan Filter Anisotropik Citra Sampel Kesebelas

III. CONCLUSION

Penelitian ini dilakukan untuk menghilangkan *noise* dari gambar sidik jari. Ada dua strategi yang digunakan. Metode pertama terdiri dari *histogram equalization*, *binarization*, dan *thinning*, namun metode ini memiliki beberapa kekurangan, seperti *noise* tidak dihilangkan dengan *histogram equalization*; sebaliknya, itu diperkuat, *binarization* mengakibatkan hilangnya informasi, *thinning* mengakibatkan citra menjadi terlihat penuh dengan *noise*, dan penghapusan *noise* filter *wiener* tergantung pada statistik diperkirakan untuk lingkungan lokal sideman. Filter anisotropik Gaussian berhasil menghilangkan *noise* dari gambar sidik jari *grayscale*; itu adalah solusi kedua yang mengatasi kelemahan di atas. Temuan eksperimen dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode ini secara teoritis mudah, lebih cepat, dan efektif.

REFERENSI

- [1] Maio, & Maltoni, D. (1997) Direct Gray-Scale Minutiae Detection in Fingerprints. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 19: 27–40. merit: conceptually complex. demerit: better in terms of efficiency & robustness.
- [2] Gonzales, R.C. & Woods, R.E. (1993) *Digital Image Processing*. New York, USA: Addison-Wesley.
- [3] Hong, L., Wan, Y. & Jain, A. (1998) Fingerprint Image Enhancement: Algorithm and Performance Evaluation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 20: 777–789. merit: improves goodness and accuracy. demerit: dependence on ridge frequency.
- [4] Greenberg, S., Aladjem, M., Kogan, D. & Dimitrov, I. (2000) Fingerprint Image Enhancement using Filtering Techniques. 15th International Conference on pattern recognition, Barcelona, vol. III, pp. 326–329. merit: enhancement performance is good. demerit: computational time is high.
- [5] Balasubramanian .K and Babu. Extracting minutiae from fingerprints using image inversion and Bihistogram equalization. merit: preserving brightness and contrast. Demerit: requires statistical knowledge.
- [6] Limin Liu. Ridge orientation and verification algorithm for fingerprints Enhancement. *Journal of Universal computer science*, vol.12, no.10(2006). merit: combines both isotropic and anisotropic techniques. Demerit: gradient-based approach may not be reliable or poor quality images.
- [7] Lin Hong, Anil Jain, S.Panakanti Ruud Bolle. Fingerprint Enhancement. merit: improves the performance of online fingerprint verification system. demerit: applicable only if true ridges are recoverable.