

Rancang Bangun Sistem Pengenal Biometris Pembuluh Darah Vena Pada Telapak Tangan Menggunakan Cahaya Inframerah

Muhammad Syafiq^[1,a], Aulia MT Nasution^[2,b]

Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail : syafiq.photonics.eng@gmail.com^[a], aulia.nasution@fulbrightmail.org^[b]

Abstrak--- Pada penelitian ini, dilakukan desain dan rancang bangun sistem pengenal biometris berbasis citra pembuluh vena pada telapak tangan. Untuk keperluan pengenalan serta pencitraan yang baik, dipilih panjang gelombang yang cocok untuk pencahayaan berintensitas rendah dan penggunaan metode Local Binary Pattern (LBP) untuk mendapatkan pola pembuluh darah pada telapak tangan. Citra yang diperoleh dengan LED berpanjang gelombang 740nm dan 810nm menunjukkan gradient kontras pembuluh darah yang kecil dan masih terdapat pola garis telapak tangan. Maka Panjang gelombang 740nm dan 810nm dianggap kurang cocok untuk pendeteksian pembuluh darah pada telapak tangan. Dengan menggunakan panjang gelombang 940nm, pola terlihat jelas, dan pola telapak tangan sebagian besar hilang. Proses identifikasi fitur citra diperoleh dengan menggunakan metode Mean Square Error (MSE) dan Local Binary Pattern (LBP). Pengujian dilakukan dengan 8 sampel yang dijadikan database sebanyak 1418 kali dan 314 kali untuk 6 sampel yang tidak termasuk database. Parameter MSE didapatkan sebesar 0,13 sebagai batas kecocokan minimum. Hasil akhir didapatkan nilai recognition rate total sebesar 90,69% dan error rate sebesar 1,97%.

Kata kunci--- ROI, LBP, MSE, Recognition rate, Error rate.

I. PENDAHULUAN

Autentikasi Biometris merupakan cabang keilmuan yang mempelajari karakteristik fisiologis dan tingkah laku seseorang [1]. Karakteristik biometris meliputi sidik jari, wajah, geometri tangan/jari, iris, retina, tanda tangan, pembuluh tangan, bau, informasi profil DNA [2]. Masing-masing dari sistem tersebut memiliki kelebihan dan kelemahan tersendiri. Teknologi biometris ini telah banyak digunakan dalam berbagai bidang. Yang paling menonjol adalah pemanfaatannya dalam bidang keamanan dan identifikasi objek. Dalam perkembangannya, teknologi biometris semakin akurat dan presisi untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Teknologi ini diperkirakan akan terus berkembang dan meluas ke segala aspek bidang keilmuan. Sebagai contoh yaitu penggunaan dalam identifikasi karakteristik daun untuk pengklasifikasian jenis spesies daun.

Sistem biometris deteksi pembuluh darah memiliki beberapa aspek yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah panjang gelombang yang digunakan. Setiap jaringan dalam tubuh memiliki tingkat absorpsi yang berbeda untuk setiap panjang gelombang yang berbeda. Sehingga faktor ini sangat penting karena jika panjang gelombang cahaya yang digunakan berada pada tingkat

absorpsi terendah pada jaringan yang diamati maka objek tersebut tidak akan bisa dideteksi. Dalam pembuluh darah, kadar oksigen sangat berperan penting dalam tingkat absorpsi dari pembuluh darah. Sehingga dalam pembuluh darah ini, elemen yang diamati adalah hemoglobin yang berfungsi untuk mengikat oksigen dalam darah. Jaringan pembuluh darah sangatlah unik untuk masing-masing individu dan tidak terpengaruh oleh umur sehingga pola nya tidak berubah seiring dengan bertumbuhnya seseorang. Karena jaringan pembuluh darah terletak didalam tubuh, sistem ini sangatlah terjamin keamanannya karena pada sistem ini apapun yang terjadi pada lingkungan di luar kulit tidak akan berpengaruh pada sistem sehingga sangat susah untuk dipalsukan. Pola pembuluh pada telapak tangan dapat diperoleh dengan menggunakan cahaya infrared dengan menggunakan dua acara yaitu tipe kontak dan non-kontak [2]. Pada tipe kontak, pengambilan data diperoleh sama seperti pada sistem sidik jari yang telah banyak digunakan sebelumnya. Selain terjamin keakurasiannya, sistem pembuluh telapak tangan sangat aman digunakan. Pada biometris iris, penggunaan merasa tidak nyaman karena mengenai organ mata secara langsung [2].

Dalam paper ini akan dijelaskan proses perancangan sebuah sistem yang akan digunakan untuk memperoleh citra pola pembuluh darah vena pada telapak tangan. Sistem ini akan bekerja dengan menggunakan prinsip pencitra infrared ("infrared imaging") untuk memperoleh citra pembuluh tangan. Citra inilah yang kemudian akan dikenali polanya untuk memastikan kecocokan kepemilikannya dengan data pola pembuluh darah yang tersimpan di database. Sumber cahaya yang digunakan adalah LED Infrared dengan panjang gelombang yang berbeda yaitu 740nm, 810nm, dan 940nm yang kemudian akan dipilih panjang gelombang yang dapat menghasilkan citra pola pembuluh vena yang terbaik. Sensor yang digunakan dalam pengambilan yaitu OmniVision 1944x2934 pixel. Sistem pengolah citra berbasis Raspberry Pi akan digunakan untuk mengenali pola pembuluh vena tangan, yang akan digunakan untuk keperluan identifikasi.

II. URAIAN PENELITIAN

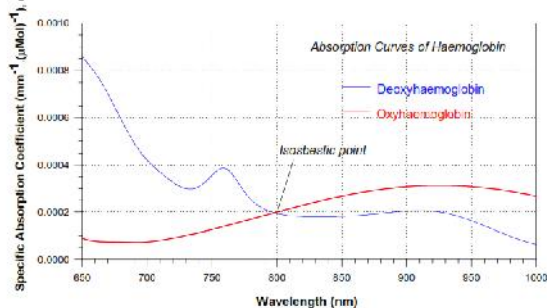
A. Penentuan Sumber Pencahayaan

Pemilihan jenis panjang gelombang Infrared LED sebagai sumber pencahayaan, dipilih berdasarkan 3 daerah karakterisasi yaitu panjang gelombang dimana tingkat absorpsi pembuluh darah vena (yang mengandung deoxyhemoglobin) lebih tinggi dari pembuluh darah arteri (oxyhemoglobin), tingkat

absorpsi pembuluh darah arteri lebih besar dari pembuluh darah vena, dan pada daerah *Isobestik* yaitu ketika tingkat absorpsi keduanya sama. Sehingga 3 LED tersebut yaitu 740nm, 810nm, dan 940nm. LED dengan masing-masing LED berjumlah 4 buah.

Gambar 1. Tingkat absorpsi Hemoglobin

Selanjutnya akan didapatkan hasil citra dari

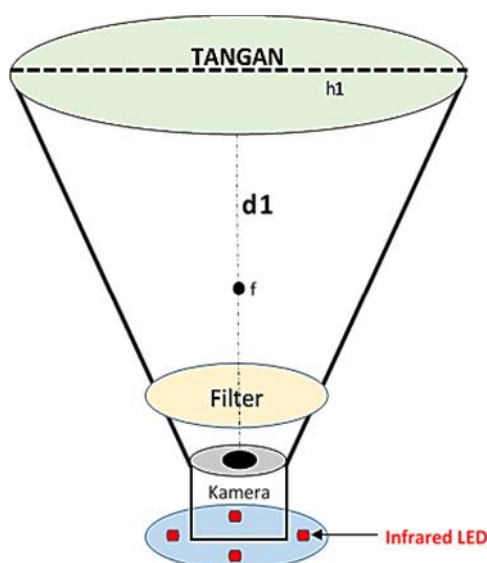


masing-masing pencahayaan dengan ketiga jenis panjang gelombang tersebut, yang kemudian akan dianalisa lebih lanjut untuk keperluan deteksi pembuluh darah pada citra.

B. Sistem Akuisisi Citra

Komponen sistem akuisi citra terdiri dari filter optik, LED, dan kamera (sensor dan lensa). Filter optik dan lensa digunakan untuk mengatur cahaya yang datang untuk menaikkan kualitas citra yang didapat. Kamera membentuk citra dengan menangkap cahaya yang melalui optikal filter. Dalam penelitian ini, filter yang digunakan bertipe pass filter pada panjang gelombang 720nm ke-atas.

Dalam lensa, terdapat dua parameter dasar yaitu focal length dan maksimum aperture. Focal length menentukan perbesaran citra yang diproyeksikan ke bidang sensor. Aperture menentukan intensitas cahaya pada citra dan depth of field. Masing-masing parameter tersebut mempengaruhi kualitas citra yang didapatkan.



Gambar 2. Imaging modul

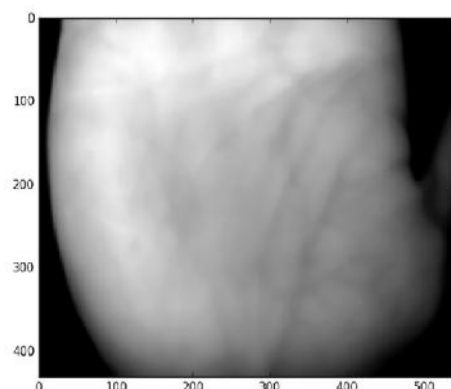
Spesifikasi dari kamera yang digunakan mempunyai ukuran piksel 2592x1944 dan optical size 1/4" (3.2mm x 2.4mm). Sedangkan untuk lensa memiliki jarak focus sebesar 3.6mm dan aperture sebesar 1/2.7*f.

Jika diasumsikan bahwa ukuran rata-rata diameter telapak tangan sebesar 16 cm, maka dengan menggunakan metode geometri pencitraan lensa, jarak telapak tangan dari kamera yang optimal adalah 18,36 cm.

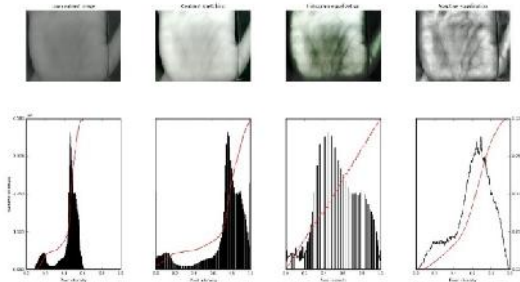
$$d_1 = f' * (h_1/h_2 + 1)$$

C. Algoritma Pengolahan Citra

Pada tahap ini, proses pengolahan citra dibagi menjadi 3 bagian yaitu pre-processing, segmentasi citra, dan post-processing. Tahap pre-processing merupakan tahap pengolahan citra dimana pada proses ini akan dilakukan pengurangan derau (noise reduction) dan beberapa algoritma pengolahan untuk meningkatkan kualitas citra sebelum dilakukan tahap segmentasi. Tahap ini dilakukan tidak lain karena pada setiap citra yang didapatkan memiliki derau yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor pada sistem akuisisi citra. Tentunya ini menyebabkan kualitas citra akan menurun dan menyebabkan pendeteksian pola pembuluh darah akan sulit untuk dilakukan. Pada tahap ini, dilakukan dua proses pengolahan citra yaitu proses smoothing dan peregangan kontras. Pada proses smoothing digunakan metode median filtering dan mean filtering untuk mengurangi noise terlebih dahulu. Selanjutnya pada proses peregangan kontras, dilakukan dengan menggunakan menggunakan metode CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization). Metode CLAHE ini dipilih dikarenakan distribusi intensitas pada citra tidak merata pada fungsi spasial, sehingga jika hanya menggunakan metode histogram equalisasi yang biasa, hasil kontras pola menjadi tidak seimbang dan informasi pola dapat hilang dikarenakan metode histogram equalisasi biasa mengambil nilai kumulatif pada semua piksel.

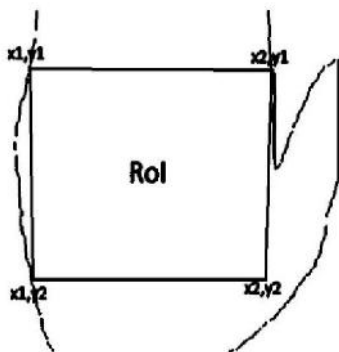


Gambar 3. Hasil Median filter diikuti mean filter



Gambar 4. Hasil untuk setiap metode peregangan kontras

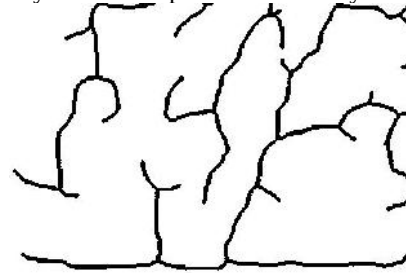
Tahap selanjutnya adalah proses segmentasi citra yang dilakukan dengan mendapatkan area pengamatan atau ROI (Region of Interest). Untuk mendapatkan ROI ini dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan objek fitur. Dalam penelitian ini, area ROI yang ingin diperoleh merupakan area yang berada di dekat garis batas ibu jari dengan telapak tangan. Pemilihan titik pengamatan ini berdasarkan pertimbangan bahwa ukuran telapak tangan setiap orang berbeda, sehingga jika kita menggunakan ROI yang luas-nya telah ditetapkan, maka hasil daerah pengamatannya akan berbeda untuk ukuran telapak tangan yang berbeda. Sehingga diperlukan metode yang lebih adaptif terhadap perubahan ukuran telapak tangan tersebut.



Gambar 5. Region of Interest

Tahap berikutnya adalah tahap post-processing. Pada tahap ini dilakukan proses ekstraksi fitur citra pola pembuluh darah untuk mendapatkan informasi-informasi yang dapat dijadikan parameter pada proses identifikasi. Citra akhir dirubah ke dalam bentuk biner untuk memudahkan pengolahan dengan metode skeletonisasi. Ketika citra sudah dikonversi ke tipe biner atau boolean struktur pola mulai terbentuk. Untuk mendapatkan bentuk pola yang lebih tipis, dilakukan metode thinning yang disertai dengan penghilangan objek-objek area yang tidak diperlukan. Ini perlu dilakukan agar bentuk citra hasil tidak ada yang berbentuk area kecil-kecil dan objek-objek tersebut itu juga dapat dikategorikan sebagai noise yang perlu dihilangkan.

Citra hasil skeletonisasi kemudian akan disegmentasi kembali untuk mendapatkan area RoI yang koordinat nya telah didapatkan sebelumnya. Perolehan



Gambar 6. Hasil ekstraksi ROI area pola

RoI dari citra tersebut dapat menggunakan fungsi indexing atau crop. Koordinat x,y yang telah didapatkan sebelumnya dimasukkan kedalam fungsi indexing

Image = Image[y1:y2,x1:x2]

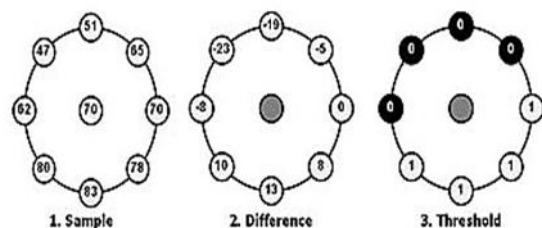
untuk mendapatkan area citra yang diinginkan.

D. Fitur LBP

Pada penelitian ini informasi fitur didapatkan dengan metode LBP (Local Binary Pattern). Pada metode LBP, informasi didapatkan dengan membandingkan nilai piksel tetangga dengan piksel acuan. Jika nilai piksel tetangga lebih besar dari nilai acuan, nilai LBP adalah 1, sebaliknya jika lebih kecil maka LBP bernilai 0. Ini dilakukan secara berulang sebanyak piksel tetangga sekitar piksel acuan yang telah ditentukan. Selanjutnya nilai LBP tersebut digabungkan sehingga membentuk piksel.

The value of the LBP code of a pixel (x_c, y_c) is given by:

$$LBP_{P,R} = \sum_{p=0}^{P-1} s(g_p - g_c) 2^p \quad s(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \geq 0; \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$



$$1 \cdot 1 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 8 + 0 \cdot 16 + 0 \cdot 32 + 0 \cdot 64 + 0 \cdot 128 = 15$$

4. Multiply by powers of two and sum

Gambar 7. Metode LBP

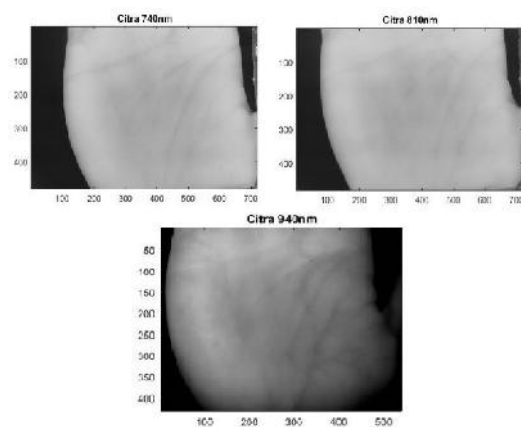
Fitur LBP inilah yang kemudian akan digunakan sebagai parameter untuk proses identifikasi. Pada proses identifikasi akan dibandingkan nilai LBP pada citra referensi dengan nilai LBP pada citra uji. Kemudian akan dicari standar deviasi dengan menggunakan metode MSE (Mean Square Error). Semakin kecil nilai MSE maka probabilitas kecocokan citra semakin besar. Selanjutnya untuk menghilangkan probabilitas data uji tidak terdaftar di database, maka ditambahkan parameter korelasi. Sehingga jika parameter korelasi ini

bernilai kecil maka data uji tidak ada dalam database. Nilai parameter korelasi berada pada rentang 0.0 - 1.0 .

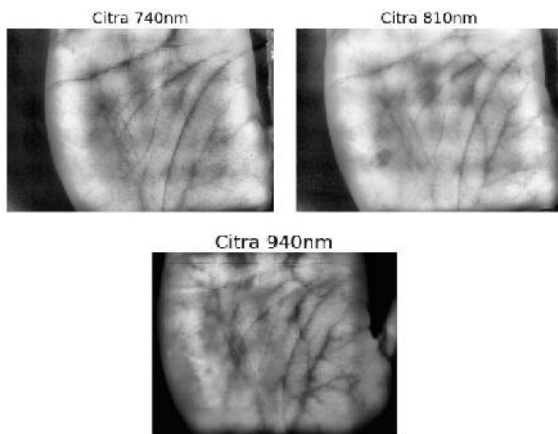
III. HASIL PENELITIAN

A. Analisa Data Citra Telapak Tangan

Hasil citra yang diperoleh dengan LED berpanjang gelombang 740nm dan 810nm masih terdapat pola telapak tangan. Walaupun pembuluh darah sudah terlihat tetapi untuk proses pengolahan citra, pola telapak tangan tersebut akan mengganggu proses segmentasi pola pembuluh darah. Sehingga jika dilanjutkan maka fitur yang didapatkan tidak hanya fitur pola pembuluh darah tetapi juga menyangkut fitur pola telapak tangan. Hal ini bertentangan dengan tujuan penelitian yaitu untuk memperoleh pola pembuluh darah. Sehingga dalam hal ini, pola telapak tangan dapat dikatakan noise karena bukan termasuk informasi yang ingin didapatkan.



Gambar 8. Citra Telapak Tangan pada Setiap Panjang Gelombang



Gambar 9. Hasil Pre-Processing

Perbedaan tersebut dapat diakibatkan oleh parameter penetration depth. Untuk citra pada 740nm, efek refleksi pada permukaan kulit mendominasi, sehingga dapat dikatakan bahwa efek scattering pada jaringan kulit sangat tinggi dibandingkan dengan panjang gelombang lain. Sehingga cahaya yang lolos ke permukaan yang lebih dalam berintensitas kecil. Untuk panjang gelombang 940nm, pola telapak tangan

sebagian besar telah hilang, dan pola pembuluh darah mendominasi.

B. Kalkulasi Recognition Rate

Secara keseluruhan, pada uji coba alat ini terbagi menjadi dua keadaan. Keadaan pertama yaitu ketika data yang akan di uji identitasnya terdapat dalam database, sedangkan keadaan kedua yaitu ketika data yang akan di uji identitasnya tidak terdapat dalam database.

Pengujian dilakukan dengan sampel database berjumlah 8 yang merupakan informasi fitur LBP dari citra telapak tangan 8 orang yang berbeda. Untuk pengujian keadaan pertama dilakukan sebanyak 1418 kali yang didalamnya memiliki identitas yang ada dalam database. Untuk keadaan kedua dilakukan sebanyak 314 kali yang didalamnya mengandung 6 data orang yang berbeda. Recognition rate dihitung berdasarkan probabilitas tingkat keberhasilan alat untuk mengidentifikasi data dengan benar. Sedangkan untuk error rate merupakan hasil ketika nilai LBP benar tetapi nilai MSE salah. Recognition rate dan error rate dihitung dengan data sebagai berikut.

Tabel 1.

Hasil Uji Coba Alat

	Keadaan I	Keadaan II
Jumlah LBP Benar	1320	Any
Jumlah Hasil Akhir Benar	1294	283
Jumlah Error	28	
Total Data	1418	314
Recognition Rate :	91,2553 %	90,1274%

Sehingga untuk keadaan I didapatkan :

$$\% \text{Recognition rate (K I)} = 1294/1418 * 100\% = 91,25 \%$$

Sedangkan untuk keadaan II didapatkan :

$$\% \text{Recognition rate (K II)} = 283/314 * 100\% = 90,13 \%$$

Sehingga rate total yang didapatkan adalah :

$$\% \text{Recognition rate (total)} = (91,25 + 90,13)/2 = 90,69 \%$$

dan Error rate sebesar :

$$\% \text{Error rate} = 28/1418 * 100\% = 1,97 \%$$

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian alat didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

- Untuk perancangan sistem biometris pengenalan pembuluh darah yang paling baik dengan menggunakan LED dengan panjang gelombang 940nm.
- Ekstraksi pola, dan tahap Post-processing. Citra pola yang diperoleh kemudian dideteksi karakteristik fiturnya dengan metode LBP dan metode MSE.
- Pengujian alat dilakukan sebanyak 1418 kali untuk 8 sampel yang dijadikan database dengan hasil

recognition rate sebesar 91,25% dan 314 kali untuk 6 sampel yang tidak termasuk dalam database dengan hasil recognition rate sebesar 90,13%. Sehingga nilai recognition rate total sebesar 90,69% dan error rate total sebesar 1,97%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Divya Singla, Er. Alisha, (2015), "A Review on: Palm Vein Technology", International J. of Engineering Research and General Science Volume 3 (2): 397-402 ISSN 2091-2730.
- [2] Li Xueyan, Guo Shuxu, (2008), "The Fourth Biometric - Vein Recognition", Pattern Recognition Techniques, Technology and Applications (23): 537-546 ISBN 978-953-7619-24-4.
- [3] Kefeng Li, (2013), "Biometric Person Identification Using Near infrared Hand-dorsa Vein Images", A thesis for the degree of Doctor of Philosophy at the University of Central Lancashire in collaboration with North China University of Technology.
- [4] C. Wang and M. Ghosh, 2011, "A Kullback-Leibler Divergence for Bayesian Model Diagnostics," Open Journal of Statistics, Vol. 1 No. 3, pp. 172-184. doi: 10.4236/ojs.2011. 13021.
- [5] Hussein Rady, "Reyni's Entropy and Mean Square Error for Improving the Convergence of Multilayer Backpropagation Neural Networks : A Comparative Study", International Journal of Electrical & Computer Sciences IJECS-IJENS Vol: 11 No: 05, 2011.
- [6] Azzam Sleit, Heba Saadeh, Ibraheem Al-Dhamari, Afaf Tareef, "An Enhanced Sub image Matching Algorithm for Binary Images", Recent Advances In Applied Mathematics, 2010.
- [7] Steven L. Jacques ; Iyad S. Saidi and Frank K. Tittel, "Average depth of blood vessels in skin and lesions deduced by optical fiber spectroscopy", Proc. SPIE 2128, Laser Surgery: Advanced Characterization, Therapeutics, and Systems IV, 231 (September 7, 1994); doi:10.1117/12.184904.
- [8] Rohankar, Jayant, 2013, "Survey On Various Noises And Techniques For Denoising The Color Image", International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management 2 (11).