

## PEMINDAIAN DAN PENGOLAHAN LABEL KEAMANAN PADA DOKUMEN RAHASIA DENGAN TITIK KUANTUM

*Ratu Bilqis<sup>1)</sup>, Jatmiko Endro Suseno<sup>1)</sup> dan Isnaeni<sup>2)</sup>*

*<sup>1)</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang*

*<sup>2)</sup>Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Serpong*

*Email: ratu.bilqis@st.fisika.undip.ac.id*

### ABSTRACT

*Security label is made to anticipate the increasing of documents falsification trend. In this study, the security label is created using CdSe quantum dots. The quantum dots can be used for casting light according to its wavelength so that the particle size can be specific. That's why its worth to be security key from quantum dots. The quantum dots that be used is colloidal CdSe quantum dots with a wavelength of 595 nm and 526 nm. In the previous studies have been done the two-dimensional scanning process of quantum dots for one color as a security label. However, the results obtained are not perfect because it has not done the repair process for the image resulted. Therefore, in this study conducted by the two-dimensional scanning of quantum dots in two colors to add a level of security on the label then followed by image processing in order to obtain a better image. Image processing which have been done by observing the histogram of the image in order to obtain a threshold value between the object and the background image. Scanning generate data in the form of a sequence intensity value corresponding to the color intensity of quantum dots to obtain image data processing results. Image processing through the observation of the histogram data successfully get the intensity threshold value so that the image can be processed to become more visible in accordance with the sample.*

**Keyword :** *Security label, Quantum dots, image, histogram*

### ABSTRAK

*Label keamanan dibuat untuk mengantisipasi tren peningkatan pemalsuan dokumen. Dalam penelitian ini, label keamanan dibuat menggunakan titik kuantum CdSe. Titik kuantum digunakan karena dapat memendarkan cahaya sesuai dengan ukuran partikelnya sehingga panjang gelombangnya menjadi spesifik. Hal inilah yang menjadi kunci keamanan dari titik kuantum. Titik kuantum yang digunakan adalah koloid titik kuantum CdSe dengan panjang gelombang 595 nm dan 526 nm. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan proses pemindaian dua dimensi untuk titik kuantum satu warna sebagai label keamanan. Namun, hasil yang didapatkan belum memiliki kualitas yang baik karena belum dilakukan proses perbaikan citra yang dihasilkan. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini dilakukan pemindaian dua dimensi dengan titik kuantum dua warna untuk menambah tingkat keamanan dokumen kemudian dilanjutkan dengan pembuatan program pengolah data otomatis untuk memperbaiki citra agar didapatkan citra yang lebih baik. Pengolahan citra dilakukan dengan mengamati histogram citra agar didapatkan nilai ambang batas antara objek dan latar citra. Pemindaian menghasilkan data berupa urutan nilai intensitas yang sesuai dengan intensitas warna titik kuantum sehingga didapatkan citra hasil pengolahan data. Pengolahan citra melalui pengamatan histogram data berhasil mendapatkan nilai ambang intensitas sehingga citra dapat diolah menjadi lebih sesuai dengan sampel yang terlihat.*

**Kata Kunci :** *Label keamanan, titik kuantum, citra, histogram*

### PENDAHULUAN

Sistem keamanan data dibutuhkan agar tidak dapat dengan mudah disalahgunakan. Sistem pengamanan dokumen dibuat untuk mengantisipasi tren peningkatan pemalsuan dokumen, uang, *passport*, catatan perbankan dan keamanan produk lainnya. Jenis label keamanan yang ada saat ini sulit ditiru tetapi mudah untuk diidentifikasi. Oleh karena itu, perlu digunakan metode alternatif lain yang

merupakan unsur pengamanan tertutup pada dokumen yang sifatnya sangat rahasia agar tidak dapat dengan mudah diidentifikasi dan ditiru. Titik kuantum memiliki ukuran yang sangat spesifik, bergantung pada emisi cahayanya, dan bersifat kasat mata yang memungkinkan untuk diaplikasikan sebagai label keamanan dan identifikasi dokumen tertentu<sup>[5]</sup>. Titik kuantum yang digunakan

adalah titik kuantum CdSe dengan panjang gelombang 595 nm yang memancarkan warna merah dengan energi  $3,3 \times 10^{-19}$  Joule dan titik kuantum dengan panjang gelombang 526 nm yang memancarkan warna hijau dengan energi  $3,8 \times 10^{-19}$ .

Sistem deteksi khusus diperlukan untuk mengungkapkan penanda agar terlihat oleh mata<sup>[4]</sup>. Pada penelitian oleh Isnaeni dkk, 2014 telah ditemukan sistem deteksi khusus untuk pemindaian emisi titik kuantum CdSe dan berhasil direpresentasikan dalam bentuk gambar. Namun belum ada pengembangan metode dalam pengolahan citra agar citra yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. Pada penelitian ini dilakukan proses pemindaian secara dua dimensi untuk dua macam warna dan dilanjutkan dengan proses pengolahan citra hasil pemindaian sehingga dihasilkan citra yang memiliki kualitas lebih baik. Pengolahan citra dilakukan dengan mengamati histogram data yang dibuat dengan program pengolah data otomatis. Histogram menghasilkan nilai ambang intensitas yang dapat digunakan untuk membatasi nilai intensitas emisi yang terekam sebagai objek dan latar pada gambar sehingga gambar hasil pengolahan menjadi terlihat lebih jelas dan sesuai dengan sampel.

## DASAR TEORI

### 1. Label Keamanan

Label keamanan adalah sebuah tanda yang menjelaskan jaminan keamanan dari suatu benda atau produk. Sebuah label keamanan harus memiliki kriteria pengamanan yang baik, salah satunya adalah tidak kasat mata<sup>[4]</sup>, tidak dapat diperbanyak, hanya dapat dibaca pada kondisi khusus serta dapat dihapus dan dibuat kembali dengan mudah<sup>[6]</sup>.

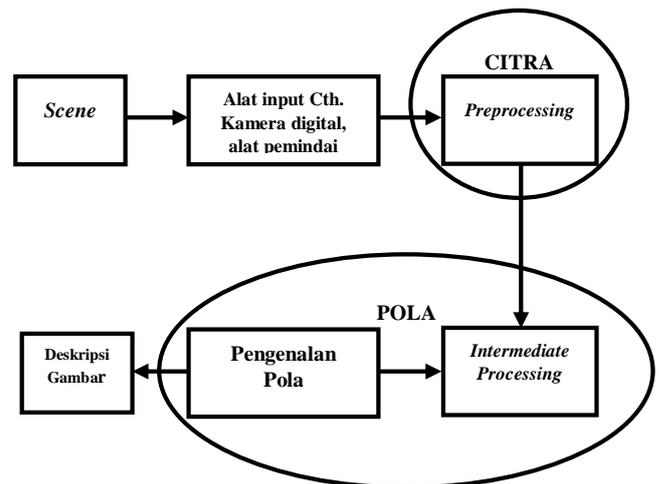
### 2. Titik Kuantum

Titik kuantum adalah material semikonduktor yang berukuran nano yang memiliki banyak kegunaan karena dapat memancarkan cahaya sesuai dengan ukuran partikelnya<sup>[4]</sup>. Titik kuantum menunjukkan karakteristik yang unik, termasuk ukuran panjang gelombang emisi yang dapat diatur, rentang emisi yang sangat sempit, dan puncak

emisi panjang gelombang yang tidak sensitif terhadap suhu. Karakteristik ini terkait dengan fakta bahwa titik kuantum menunjukkan keadaan energi diskrit mirip atom karena kurungan kuantum tiga dimensi<sup>[2]</sup>.

### 3. Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah teknik pemrosesan citra sehingga menghasilkan citra lain yang sesuai dengan standar kualitas citra yang baik. Secara garis besar proses yang dapat dilakukan terhadap citra ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Proses pada suatu citra<sup>[7]</sup>

### 4. Histogram

Histogram adalah suatu grafik yang menunjukkan berapa besar jumlah *pixel* dari citra memiliki suatu tingkat keabuan tertentu<sup>[3]</sup>. Histogram citra menyatakan frekuensi kemunculan berbagai derajat keabuan dalam citra. Teknik pemodelan histogram mengubah citra hingga memiliki histogram sesuai keinginan<sup>[1]</sup>. Tinggi dari histogram pada titik tertentu menunjukkan jumlah *pixel* atau daerah dari citra yang mempunyai tingkat keabuan tersebut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan dua tahap. Tahap yang pertama yaitu pemindaian dan tahap kedua yaitu proses pengolahan citra.

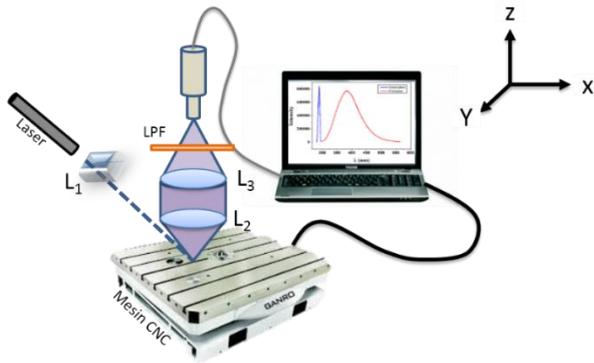
#### a. Tahap I

Pada tahap ini dilakukan perancangan serta pembuatan program pengolahan otomatis penyusunan angka pada data yang menunjukkan

intensitas emisi menjadi sebuah matriks yang direpresentasikan menjadi sebuah gambar menggunakan perangkat lunak Matlab. Program dibuat menjadi sebuah aplikasi pengolahan data otomatis menggunakan fitur GUI pada perangkat lunak Matlab.

**b. Tahap II**

Pada tahap kedua dilakukan pembuatan sampel dengan menstempelkan bahan titik kuantum di atas media kertas mengkilap dan HVS 80 gram yang dipotong berukuran 5,5 x 3 centimeter. Setelah itu dilakukan pemindaian dengan menggunakan mesin CNC dan spektrometer. Dalam proses pengambilan data diperlukan bantuan beberapa alat optik seperti lensa pemfokus dan filter cahaya merah. Rangkaian alat optik dapat dilihat pada gambar 2. Data yang dihasilkan diolah dengan program pengolahan otomatis data emisi titik kuantum yang telah dibuat pada perangkat lunak Matlab sehingga menghasilkan sebuah citra yang serupa dengan gambar yang tercetak pada media sampel. Kemudian citra diolah agar menghasilkan citra baru dengan kualitas yang lebih baik.

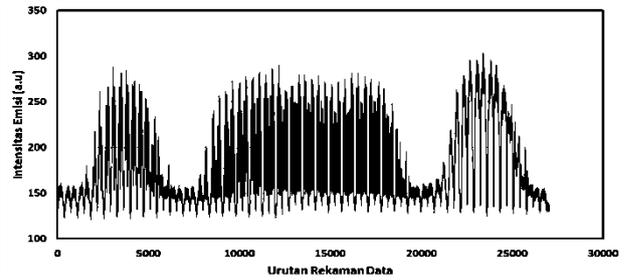


**Gambar 2.** Rangkaian alat optik

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

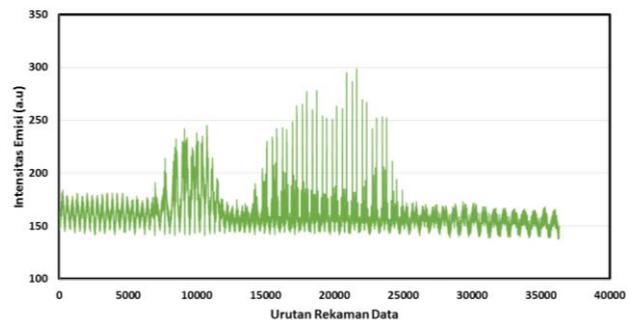
Pemindaian menghasilkan spektrum intensitas dan urutan rekaman data. Urutan rekaman data berdasarkan kesesuaian pergerakan mesin CNC dan spektrometer. Dari spektrum pada gambar 3, terlihat pola intensitas yang menunjukkan adanya emisi titik kuantum pada label yang terbaca oleh spektrometer. Intensitas tinggi menunjukkan adanya emisi titik kuantum yang dihasilkan oleh eksitasi elektron karena energi yang dipancarkan oleh

sinar laser sedangkan intensitas rendah merupakan *tail* atau intensitas sinar laser yang terpantul karena mengenai permukaan kertas.

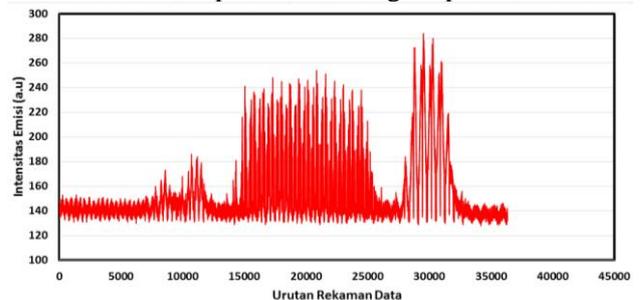


**Gambar 3.** Spektrum pemindaian sampel kertas mengkilap dengan laminating

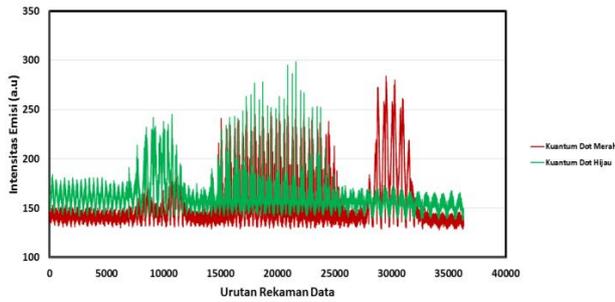
Pada sampel dua warna, titik kuantum merah dan hijau distempelkan pada salah satu sampel kertas mengkilap kemudian dipindai menggunakan rangkaian alat tanpa filter dan menghasilkan dua spektrum yaitu spektrum warna merah dan hijau seperti pada gambar 4 dan 5. Apabila kedua spektrum tersebut disatukan maka akan membentuk pola yang sama dengan spektrum hasil pemindaian sampel satu warna seperti pada gambar 6.



**Gambar 4.** Spektrum pemindaian warna hijau sampel kertas mengkilap

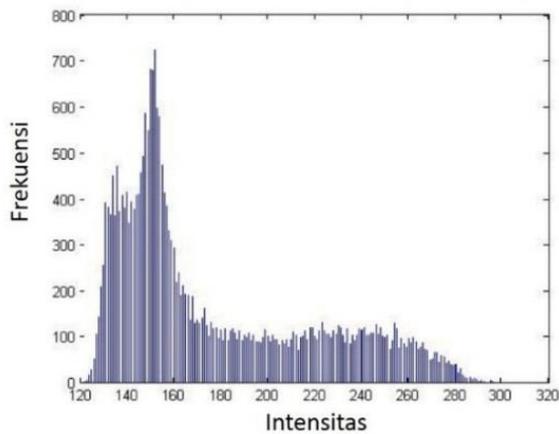


**Gambar 5.** Spektrum pemindaian warna merah sampel kertas mengkilap



**Gambar 6.** Spektrum pemindaian warna hijau dan merah pada sampel kertas mengkilap

Data diolah dengan program pengolahan data otomatis yang telah dibuat dengan menggunakan aplikasi Matlab sehingga didapatkan sebuah histogram data yang menunjukkan frekuensi kemunculan intensitas emisi seperti pada gambar 7.



**Gambar 7.** Histogram data dari sampel kertas mengkilap dengan laminating

Histogram pada penelitian ini menunjukkan sebaran warna dari tiap piksel yang tersusun pada citra yang dihasilkan. Untuk mendapatkan citra hasil pengolahan data yang baik, maka perlu adanya nilai ambang yang membatasi nilai intensitas yang akan dimatrikulasi menjadi piksel-piksel pada citra. Tinggi dari histogram pada titik tertentu menunjukkan jumlah piksel atau daerah dari citra yang mempunyai tingkat intensitas warna tersebut.

Nilai ambang intensitas didapatkan dengan mengamati histogram data yaitu dengan melihat nilai intensitas pada batas antara puncak tertinggi dengan lembah pertama pada histogram. Adanya nilai ambang tersebut

memotong intensitas yang lebih rendah dari nilai tersebut sehingga nilainya dianggap nol. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan nilai intensitas emisi yang secara sengaja maupun tidak sengaja terekam dan nilainya dibawah intensitas emisi titik kuantum.

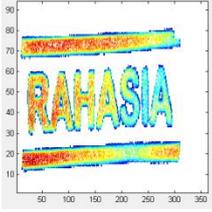
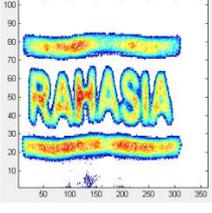
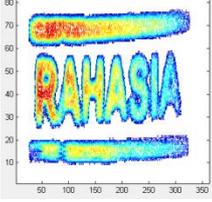
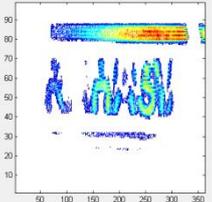
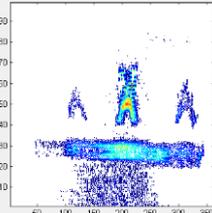
**Tabel 1.** Nilai ambang intensitas

| Sampel Kertas                      | Nilai Ambang |
|------------------------------------|--------------|
| Mengkilap laminating               | 168          |
| Mengkilap tanpa laminating         | 167          |
| HVS laminating                     | 205          |
| HVS tanpa laminating               | 202          |
| Mengkilap merah (sampel dua warna) | 152          |
| Mengkilap hijau (sampel dua warna) | 168          |

Urutan angka intensitas dari emisi yang terekam oleh spektrometer divisualisasikan menjadi sebuah citra dua dan tiga dimensi. Citra dua dimensi terbentuk dari hasil matrikulasi data menggunakan algoritma pada program pengolahan data. Nilai intensitas disusun menjadi piksel-piksel pada citra yang menghasilkan warna sesuai dengan tinggi rendahnya nilai intensitas. Hasil visualisasi data dua dimensi setelah dilakukannya pengolahan citra menggunakan metode pengamatan histogram didapatkan citra seperti berikut:

**Tabel 2.** Citra dua dimensi label pada berbagai macam kertas

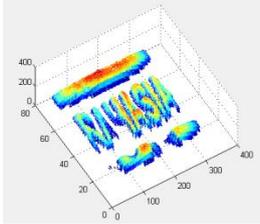
| Sampel Kertas        | Hasil |
|----------------------|-------|
| Mengkilap laminating |       |

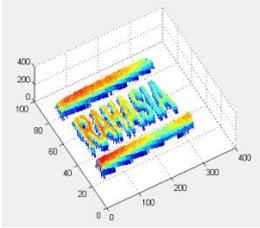
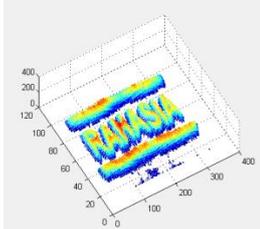
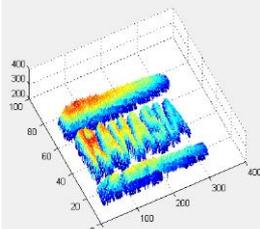
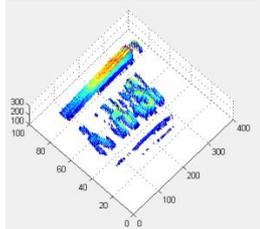
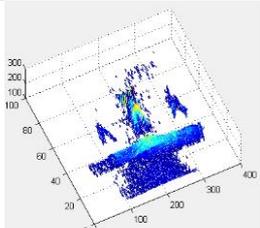
|   |   |
|---|---|
| <b>Mengkilap tanpa laminating</b>         |    |
| <b>HVS laminating</b>                     |    |
| <b>HVS tanpa laminating</b>               |    |
| <b>Mengkilap merah (sampel dua warna)</b> |   |
| <b>Mengkilap hijau (sampel dua warna)</b> |  |

sedangkan intensitas yang rendah akan menampilkan warna biru. Oleh sebab itu perlu adanya nilai ambang intensitas untuk membatasi nilai intensitas agar citra yang dihasilkan tidak banyak terdapat *noise*. Berikut ini adalah hasil visualisasi data tiga dimensi:

Visualisasi tiga dimensi dari citra merepresentasikan data pada sumbu-x, sumbu-y dan sumbu-z. Sumbu-x dan y menunjukkan koordinat piksel dari citra sedangkan sumbu-z menunjukkan tingginya nilai intensitas yang menampilkan warna. Tujuan dari pembuatan spektrum tiga dimensi ini adalah untuk menampilkan data dalam ruang tiga dimensi sehingga tidak hanya data resolusi gambar saja yang dapat terlihat namun data intensitas juga dapat diamati melalui spektrum tersebut. Warna-warna dari citra yang terbentuk pada objek merupakan representasi dari tingginya nilai intensitas. Apabila pada suatu titik koordinat piksel nilai intensitasnya tinggi maka akan menampilkan warna merah pada citra

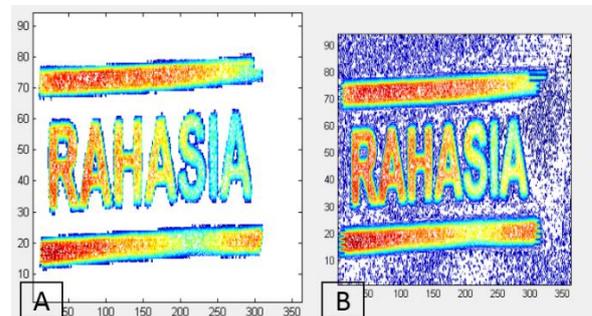
**Tabel 4.** Citra tiga dimensi label dari berbagai macam kertas

| Sampel Kertas        | Hasil   |
|----------------------|---|
| Mengkilap laminating |  |

|   |   |
|---|---|
| <b>Mengkilap tanpa laminating</b>         |    |
| <b>HVS laminating</b>                     |    |
| <b>HVS tanpa laminating</b>               |    |
| <b>Mengkilap merah (sampel dua warna)</b> |   |
| <b>Mengkilap hijau (sampel dua warna)</b> |  |

Pemberian nilai ambang pada pengolahan citra dengan metode ini menghasilkan citra dua dan tiga dimensi yang baik. Perbandingan kedua citra hasil pengolahan tanpa nilai ambang dengan nilai ambang dari sampel yang sama dapat dilihat pada gambar 8. Terlihat jelas perbedaan dari kedua gambar yaitu pada latar gambar yang berwarna biru dan putih. Warna biru pada latar merupakan intensitas rendah dari hamburan sinar laser penstimulasi yang terpantul dari kertas sampel. Oleh karena itu intensitas

tersebut dibatasi agar latar menjadi berwarna putih sesuai dengan kertas sampel yang digunakan sehingga pada citra dua dan tiga dimensi objek terlihat lebih jelas.



**Gambar 8.** (A) citra hasil pengolahan dengan nilai ambang (B) citra hasil pengolahan tanpa nilai ambang dari sampel yang sama

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemindaian menghasilkan data berupa urutan nilai intensitas yang sesuai dengan intensitas warna titik kuantum sehingga didapatkan citra hasil pengolahan data.
2. Pengolahan citra melalui pengamatan histogram data memberikan nilai ambang intensitas yang membuat citra lebih sesuai dengan sampel yang dibuat.

**SARAN**

1. Penelitian ini perlu dikembangkan dengan menggunakan metode lain agar dapat menjadi perbandingan.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengembangkan aplikasi pengaturan kecerahan dan kontras citra secara otomatis.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Anggraeni, K., 2007, *Histogram Citra*, Bandung, Komunitas Ilmu Komputer  
 [2] Hogland, S., 2008, The Fuss About Quantum Dots, *Photonics Spectra*, January, [www.photonics.com](http://www.photonics.com)  
 [3] Ibrahim, D., Hidayatno, A., Isnanto, R. R., 2011, *Pengaturan Kecerahan Dan*

- Kontras Citra Secara Automatis Dengan Teknik Pemodelan Histogram, Teknik Elektro, UNDIP.*
- [4] Isnaeni, Suryadi, Herbani, Y., 2014, *Pemindaian 2D Emisi Kuantum Dot pada Substrat Solid dengan Mesin CNC*, SFN XXVII Bali.
- [5] Kshirsagar, Z., Jiang, S., Pickering, J.Xu., dan Ruzyllo, J., 2013, *Formation of Photoluminescence Patterns on Paper Using Nanocrystalline Quantum Dot Ink and Mist Deposition Luminescence and Display Materials, Device and Processing*, ECS Journal of Solid State Science and Technology, 2(5),R87-R90.
- [6] Sarrazin, P., Beneventi, D., Denneuli, A., Stephan, O., Chaussy, D., 2010, *Photoluminescent Patterned Papers Resulting from Printings of Polymeric Nanoparticles Suspension*, International Journal of Polymer Science, 2010,612180.
- [7] Wirayuda, T.A.B. 2006. *Pemanfaatan Operasi Morphologi untuk Proses Pendeteksian Sisi pada Pengolahan Citra digital*. Prosiding Seminar Nasional Sistem dan Informatika. SNSI 06-018106.Bali.

