

Analisa Kualitas Citra Digital Hasil Akuisisi Jarak Jauh

Cahyo Crysdian

Jurusan Teknik Informatika – Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
Malang - Indonesia
Email : cahyo@wilayahmalang.info

Abstrak

Penelitian ini dimotivasi oleh banyaknya fenomena alam yang tidak mungkin diamati dari jarak dekat seperti terjadinya bencana alam maupun berbagai kehidupan flora dan fauna. Sementara itu perkembangan penelitian dalam bidang pengamatan visual jarak jauh hingga saat ini menegaskan bahwa obyek yang berada pada jarak jauh memiliki kualitas presentasi yang rendah. Oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi karakteristik terhadap citra digital hasil akuisisi dari jarak jauh, yaitu dengan melakukan perbandingan presentasi histogram serta presentasi dalam domain frekuensi dengan citra digital yang diakuisisi dari jarak dekat. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa citra digital yang diakuisisi dari jarak jauh memiliki sebaran nilai pixel yang lebih sempit serta memiliki susunan frekuensi tinggi yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan citra digital yang diakuisisi dari jarak dekat, sehingga hasil yang didapatkan dari akuisisi jarak jauh memiliki presentasi yang lebih buram serta mengandung detil obyek yang lebih sedikit.

Kata kunci: *Kualitas Citra Digital, Akuisisi Jarak Jauh, Domain Frekuensi*

Abstract

The research is motivated by a number of natural phenomena which allow monitoring only from a distance such as the occurrence of many natural disasters as well as the life of flora and fauna in the nature. Meanwhile the progress of the research on remote monitoring has proved the the quality of remote object presentation is low. Therefore it is necessary to identify the characteristic of a digital image obtained from remote monitoring i.e. it is accomplished using histogram and frequency comparison against the image obtained from a closed distance acquisition. The research shows that the image obtained from remote monitoring hold a shorter distribution of pixel value compared to the image obtained from a closed distance. And comparison in the frequency domain shows that the image obtained from remote monitoring presents fewer high frequencies, thus its presentation in the space domain looks dull.

Kata kunci: *Digital Image Quality, Remote Acquisition, Frequency Domain*

PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir bencana alam terus-menerus menerpa Indonesia. Banjir, tanah longsor, angin topan, gempa bumi, gunung meletus, kebakaran hutan, bahkan gelombang tsunami datang silih berganti. Berbagai sumber mencatat total kerugian yang diakibatkan oleh bencana alam tersebut mencapai nilai trilyunan rupiah serta menelan ribuan korban jiwa [1,2,3,4,5,6]. Kondisi ini selain dipengaruhi oleh faktor alam, juga dipengaruhi oleh ketidaksiapan dalam mengantisipasi dan mengelola bencana alam. Hal ini erat kaitannya dengan minimnya fasilitas pendeteksi dini dan fasilitas pengamatan alam yang telah terpasang. Banyak kasus memperlihatkan absennya fasilitas pendeteksi dini dan fasilitas pengamatan menyebabkan kerugian material yang besar dan menelan banyak korban jiwa,

seperti terjadinya tsunami di Aceh pada tahun 2004 [2,3] dan di Cilacap pada tahun 2006 [4]. Untuk fasilitas pengamatan yang telah tersedia, beberapa kasus bahkan memperlihatkan kerusakan alat yang terpasang di lokasi bencana, seperti saat terjadinya letusan Gunung Kelud pada tahun 2007 lalu [7]. Kerusakan alat ini terutama disebabkan oleh ekstremnya kondisi lokasi bencana seperti munculnya gas alam yang panas serta naiknya suhu permukaan bumi. Oleh karena itu, adanya fasilitas pendeteksi dini dan fasilitas pengamatan yang terpasang pada jarak yang cukup jauh dari lokasi bencana namun memberikan hasil pengamatan yang baik menjadi sangat diperlukan, sehingga dibutuhkan adanya fasilitas *remote monitoring system*.

Sementara itu, kebutuhan akan fasilitas *remote monitoring system* semakin meningkat dewasa ini. Hal ini dipicu oleh besarnya manfaat yang dapat dihasilkan oleh fasilitas tersebut, terutama sebagai alat untuk mengamati suatu kejadian atau fenomena alam. Sistem ini dapat digunakan untuk mengungkap berbagai fenomena alam yang berlangsung dalam waktu yang lama dan tidak dapat diamati dari jarak dekat [8,9]. Fenomena alam seperti ini banyak dijumpai di Indonesia, seperti migrasi dan perkembangan berbagai satwa liar serta terjadinya bencana alam yang menelan banyak korban jiwa seperti telah dijelaskan di atas.

KAJIAN RISET SEBELUMNYA

Remote monitoring system adalah salah satu aplikasi dari sistem pencitraan yang bertujuan mengambil data dari suatu peristiwa dalam bentuk gambar atau citra digital. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kinerja sistem ini telah diketahui oleh para peneliti, yaitu fokus, pencahayaan, dan pembesaran gambar [18]. Untuk memantau sebuah obyek dalam jarak yang dekat, fokus, pencahayaan, dan pembesaran gambar dapat ditangani dengan mudah. Jadi untuk menghasilkan kualitas output yang baik dari obyek yang dekat dapat dilakukan dengan sederhana. Namun tidak demikian untuk obyek yang jauh, mengingat obyek yang berada dalam jarak yang jauh bila dilihat dari titik pemantauan akan tampak memiliki ukuran yang kecil. Selain itu, jumlah pencahayaan dari komponen-komponen penyusun obyek yang jauh juga relatif sedikit jika dibandingkan dengan obyek yang dekat [11]. Hal ini menyebabkan penanganan terhadap fokus, pencahayaan, dan pembesaran gambar menjadi sulit. Oleh karena itu, tidak mengherankan bila banyak usaha untuk membangun sistem pantau digital mengalami masalah dalam merekam obyek yang jauh [12,16,19].

Berbagai metode tambahan juga telah diusulkan oleh para peneliti untuk mengatasi masalah di atas, diantaranya adalah pembesaran digital [13,14], kalibrasi parameter perekaman gambar [16,19], dan restorasi gambar [12]. Namun demikian, hasil akhir dari gambar yang diproses menggunakan berbagai metode tersebut masih mengandung berbagai kelemahan seperti output yang kurang tajam, meningkatnya jumlah noise dalam gambar, serta bertambahnya kompleksitas sistem yang dibangun. Sementara itu, Lintu dan Magnor [11] memiliki pendekatan yang unik dalam mengatasi masalah ini. Hasil pemantauan yang kurang baik dari obyek yang jauh digantikan oleh gambar yang telah tersedia dalam database. Metode ini sepertinya merupakan suatu terobosan dalam bidang *remote monitoring system*, terutama bila dikaitkan dengan proses pembelajaran obyek-obyek yang jauh misalnya dalam bidang astronomi. Namun demikian, untuk obyek terestrial pendekatan ini kurang sesuai untuk diterapkan mengingat sistem yang dibuat tidak mampu menampilkan output yang real time, apalagi bila obyek yang dipantau selalu berubah terhadap waktu.

Usaha-usaha untuk memperbesar ukuran citra digital telah dilakukan oleh para peneliti seperti dilakukan oleh Morse dan Schwartzwald [14], Yao et. al [12] dan Sajjad et al [13]. Morse dan Schwartzwald melakukan pembesaran digital menggunakan metode interpolasi dengan menerapkan level set untuk mengembalikan nilai pixel ke kondisi citra digital original. Metode ini hanya diuji pada pembesaran yang rendah, yaitu dua sampai empat kali sehingga belum memenuhi kebutuhan untuk memperbesar obyek yang berada pada jarak ratusan hingga ribuan meter. Untuk pembesaran citra digital untuk jarak yang jauh sampai ratusan meter dilakukan oleh Yao et al [12]. Hal ini dilakukan dengan menyusun perangkat optic secara hardware. Namun demikian, sistem yang terbentuk menampilkan hasil yang kabur serta gambar yang bergetar. Usaha yang lain seperti dilakukan oleh Sajjad et al [13] hanya mampu menampilkan mekanisme dengan tingkat pembesaran yang kecil, yaitu empat kali pembesaran serta memiliki kekurangan untuk pembesaran citra *full-color*.
nt designations.

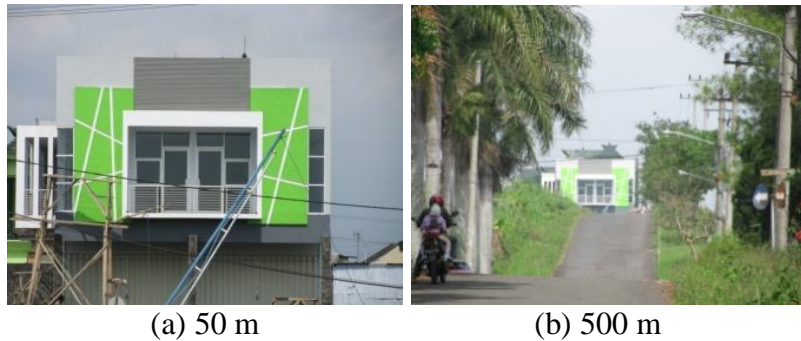
AKUISISI CITRA

Akuisisi citra digital bertujuan untuk mendapatkan gambar dari sebuah obyek. Proses ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu melakukan akuisisi citra digital dari jarak dekat dan dari jarak jauh untuk sebuah obyek yang sama. Tujuan dari dua tahap akuisisi citra ini adalah agar hasil kedua tahap tersebut bisa dibandingkan. Peralatan yang digunakan untuk melakukan akuisisi citra digital dalam penelitian ini memiliki spesifikasi seperti berikut ini: panjang fokus lensa 36-360 mm, kecepatan *shutter* 15-1/2500, bukaan maksimal 2.8, ISO 80-1600, dan resolusi spasial 8 megapixel. Perbesaran dimensi obyek yang dapat dilakukan oleh peralatan lensa dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

$$z = \frac{f}{f_{min}} \quad (1)$$

dengan z adalah perbesaran presentasi obyek yang dilakukan oleh peralatan lensa, f adalah panjang fokus yang digunakan saat proses akuisisi citra digital, sedangkan f_{min} adalah panjang fokus minimal yang dimiliki oleh peralatan lensa.

Untuk mendapatkan citra digital dari sebuah obyek yang berada dalam jarak yang jauh, digunakan panjang fokus lensa maksimal, yaitu sebesar 360 mm. Sehingga berdasarkan persamaan 1 perbesaran obyek yang didapatkan oleh peralatan lensa adalah sebesar $z = 360/36 = 10$ kali. Dalam hal ini diasumsikan bahwa obyek yang diakuisisi tidak mungkin didekatkan pada peralatan lensa sehingga obyek berada di luar jarak fokus lensa, oleh karena itu digunakan perbesaran maksimum oleh peralatan lensa. Dalam kondisi ini kualitas presentasi obyek yang dapat ditangkap oleh peralatan lensa sangat dipengaruhi oleh kondisi obyek itu sendiri. Sedangkan untuk mengakuisisi citra digital dari obyek yang sama dari jarak yang dekat, dilakukan dengan mendekatkan peralatan lensa pada obyek tersebut sehingga posisi obyek berada dalam jangkauan jarak fokus lensa. Oleh karena itu untuk melakukan akuisisi obyek dari jarak dekat digunakan panjang fokus lensa seminimal mungkin yang mampu menangkap obyek tersebut dengan baik. Hasil dari proses akuisisi obyek baik dari jarak jauh maupun dari jarak dekat diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil akuisisi citra digital sebuah obyek dalam berbagai jarak

KUALITAS CITRA

Langkah pertama yang harus ditempuh setelah citra digital berhasil diakuisisi adalah mengetahui kualitas hasil akuisisi citra tersebut. Hal ini dilakukan dengan cara membedah isi pixel penyusun citra digital tersebut untuk mengetahui nilai-nilai parameter dasar dari citra yaitu berupa intensitas cahaya, warna, dan frekuensi perubahan nilai pixel. Setelah parameter-parameter dasar tersebut berhasil didapatkan, kemudian perlu dilakukan perbandingan terhadap isi dari citra digital hasil akuisisi gambar dalam jarak dekat maupun dalam jarak jauh. Proses komparasi ini dilakukan dalam beberapa cara, diantaranya adalah dengan presentasi pixel-pixel penyusun citra digital menggunakan histogram, serta presentasi pixel-pixel tersebut dalam domain frekuensi untuk melihat perubahan nilai intensitas gambar.

A. Histogram

Histogram adalah sebuah metode statistik untuk menggambarkan secara visual sebuah sebaran data. Dalam penelitian ini, histogram digunakan untuk menggambarkan sebaran data dari sebuah citra digital. Hal ini dilakukan dengan mendata nilai setiap pixel penyusun sebuah citra digital, kemudian melakukan tabulasi terhadap data-data tersebut, dan pada akhirnya membuat representasi grafis terhadap sebaran data-data pixel penyusun citra digital. Komputasi yang dilakukan untuk melakukan histogram pada sebuah citra digital adalah sebagai berikut:

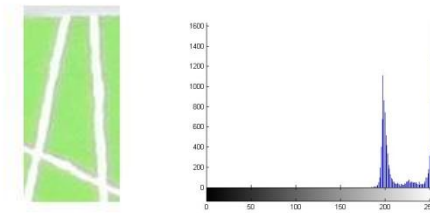
$$h_i = \frac{n_i}{n} \quad (2)$$

dimana $i = 0, 1, 2, \dots, L - 1$ adalah indeks sebaran data ke-0 sampai $L - 1$, h adalah nilai sebaran data untuk data indeks ke- i , n_i adalah jumlah data pada indeks ke- i , dan n adalah jumlah keseluruhan pixel yang terkandung pada citra digital tersebut. Hasil dari komputasi persamaan 2 pada beberapa citra digital hasil akuisisi gambar baik dari jarak dekat maupun dari jarak jauh diperlihatkan pada Gambar 2.

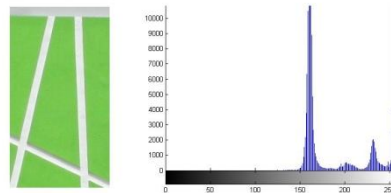
Dari hasil histogram pada Gambar 2 dapat dilihat perbedaan susunan pixel pada gambar yang diakuisisi dari jarak dekat dan dari jarak jauh. Citra digital yang diakuisisi dari jarak jauh seperti diperlihatkan dalam Gambar 2 (a) dan (c) menunjukkan susunan pixel yang tidak merata, yaitu mempunyai histogram yang lebih condong ke arah warna terang. Hal ini dapat dilihat dari distribusi pixel-pixelnya yang tidak hadir di semua rentang nilai pixel dari nilai 0 – 255, namun terkonsentrasi hanya pada sekumpulan nilai-nilai pixel tertentu

yang lebih dekat ke arah nilai maksimum 255. Oleh karena itu citra jenis ini menghasilkan gambar yang kurang kontras dan memiliki penampilan yang cenderung terlalu terang.

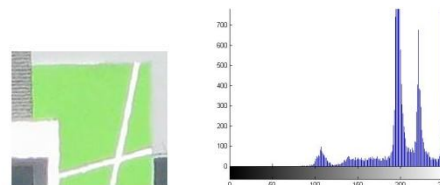
Sedangkan citra digital yang diambil dari jarak dekat seperti ditunjukkan dalam Gambar 2 (b) dan (d) memiliki sebaran nilai pixel yang lebih merata dibandingkan dengan citra digital yang diakuisisi dari jarak jauh. Oleh karena itu citra jenis ini mempunyai presentasi yang jelas dan terang disebabkan karena memiliki nilai kontras yang baik. Jika dibandingkan dengan citra digital yang diakuisisi dari jarak jauh, nilai-nilai pixel dari citra digital yang diambil dari jarak dekat memiliki sebaran yang lebih lebar.



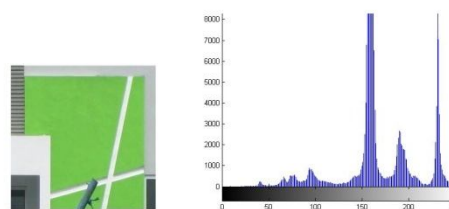
(a) Citra digital dari obyek ke-1 diakuisisi dari jarak jauh



(b) Citra digital dari obyek ke-1 diakuisisi dari jarak dekat



(c) Citra digital dari obyek ke-2 diakuisisi dari jarak jauh



(d) Citra digital dari obyek ke-2 diakuisisi dari jarak dekat

Gambar 2. Histogram citra digital yang diakuisisi dari jarak jauh dan jarak dekat

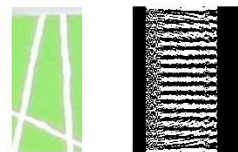
B. Domain Frekuensi

Presentasi pada domain frekuensi dilakukan untuk melihat pola perubahan nilai-nilai pixel penyusun sebuah gambar digital, dimana hal ini bisa menunjukkan beberapa aspek-aspek penting yang mempengaruhi sebuah citra, diantaranya adalah untuk mengetahui tingkat kedetilan presentasi obyek yang terkandung dalam sebuah citra digital, serta untuk mengenali adanya eksistensi noise yang mempengaruhi presentasi citra digital. Untuk

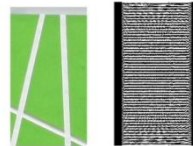
membuat presentasi citra digital dalam domain frekuensi dilakukan dengan mengkonversi citra digital yang berada dalam domain ruang (*space*) ke dalam domain frekuensi menggunakan transformasi *fourier*, yaitu dengan melakukan komputasi seperti dirumuskan dalam persamaan 3.

$$F(\omega_1, \omega_2) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(m, n) e^{-j\omega_1 m} e^{-j\omega_2 n} \quad (3)$$

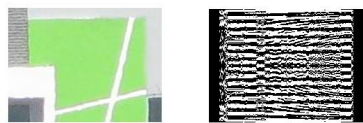
dengan ω_1 dan ω_2 melambangkan dua buah frekuensi pembentuk citra dalam arah horizontal dan vertikal, dimana citra tersebut berada pada sebuah ruang dua dimensi dengan koordinat m dan n . Hasil presentasi citra dalam domain frekuensi diperlihatkan pada Gambar 3.



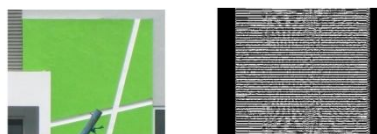
(a) Citra obyek ke-1 diakuisisi dari jarak jauh



(b) Citra obyek ke-1 diakuisisi dari jarak dekat



(c) Citra obyek ke-2 diakuisisi dari jarak jauh



(d) Citra obyek ke-2 diakuisisi dari jarak dekat

Gambar 3. Presentasi citra digital pada domain frekuensi

Dari hasil konversi citra digital yang berada pada domain ruang ke dalam domain frekuensi, terlihat bahwa citra digital yang diakuisisi dari jarak jauh seperti diperlihatkan pada Gambar 3 (a) dan (c) menunjukkan absennya komponen frekuensi tinggi. Hal ini nampak jelas jika hasil konversi ke dalam domain frekuensi dari citra digital dari obyek yang jauh seperti diperlihatkan pada Gambar 3 (a) dan (c) dibandingkan dengan hasil presentasi citra digital dari obyek yang dekat ke dalam domain frekuensi seperti ditampilkan dalam Gambar 3 (b) dan (d). Perbandingan presentasi domain frekuensi dari dua buah tipe citra tersebut menunjukkan bahwa citra digital dari obyek yang jauh hanya tersusun atas frekuensi rendah. Ini menunjukkan bahwa detail dari obyek yang berada pada tempat yang jauh tidak mampu ditangkap oleh peralatan lensa, sehingga hanya gambaran kasar dari obyek saja yang mampu diakuisisi oleh peralatan lensa.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini telah dilakukan usaha pengembangan *remote monitoring system* untuk pengamatan visual jarak jauh. Aktifitas ini dimulai dari akuisisi citra digital dari jarak jauh yaitu dari radius $\pm 500\text{m}$, $\pm 1000\text{m}$, dan $\pm 2000\text{m}$, kemudian dilanjutkan dengan identifikasi karakteristik citra digital yang diakuisisi dari jarak jauh tersebut dibandingkan dengan citra digital yang diakuisisi dari jarak dekat. Presentasi citra digital yang dihasilkan dari proses akuisisi citra dari jarak jauh memiliki karakteristik sebaran nilai histogram yang lebih sempit serta eksistensi frekuensi tinggi yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan presentasi citra digital yang diakuisisi dari jarak dekat. Hal ini terjadi karena sensor gambar yang digunakan untuk melakukan akuisisi citra pada jarak jauh menangkap intensitas cahaya yang jauh lebih sedikit dari obyek yang diakuisisi jika dibandingkan dengan akuisisi jarak dekat, sehingga detil obyek yang mampu ditangkap dan dipresentasikan menjadi jauh berkurang jika dibandingkan dengan akuisisi citra dari jarak dekat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] WALHI. Pemerintah Diminta Lakukan Terobosan dalam Mengelola Bencana. Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI), www.walhi.or.id, 28 Desember 2007.
- [2] Tempo Interaktif. Total Kerugian Aceh dan Sumut Sekitar Rp 42,7 Triliun. Majalah Tempo Interaktif, www.tempointeraktif.com, 19 Januari 2005.
- [3] Tempo Interaktif. Data Depkes, Korban Jiwa Tsunami 70-80 Ribu. Majalah Tempo Interaktif, www.tempointeraktif.com, 31 Desember 2004.
- [4] Suara Merdeka. Depsos Catat 419 Tewas, Kerugian Tsunami Cilacap Rp 11 Miliar. Surat Kabar Harian Suara Merdeka, www.suaramerdeka.com, 20 Juli 2006.
- [5] TVOne. [Pengungsi Bencana Merapi Capai 283 Ribu Jiwa](#). Dapat diakses di website Televisi Nasional TVOne, nusantara.tvone.co.id, 7 November 2010.
- [6] Tempo Interaktif. Korban Meninggal Merapi 109 Orang. Dapat diakses website Majalah Tempo Interaktif, www.tempointeraktif.com, 5 November 2010.
- [7] Liputan6. CCTV Pemantau Gunung Kelud Tak Berfungsi. Liputan6 SCTV, www.liputan6.com, 4 Oktober 2007.
- [8] BirdLife. (2006). Surveillance of Wild Birds. BirdLife International, www.birdlife.org, 11 April 2006.
- [9] Colozza, A; Doke, J.L. (2005). High-Altitude, Long-Endurance Airships for Coastal Surveillance. National Aeronautics and Space Administration, NASA Glenn Research Center, NASA/TM-2005-213427, gltrs.grc.nasa.gov, February 2005.
- [10] Yao, Y; Abidi, B.R.; Abidi, M.A. Auto Focussing in Extreme Zoom Surveillance: A System Approach with Application to Faces. 2nd International Symposium on Visual Computing, Lake Tahoe, NV, November 2006.
- [11] Lintu, A.; Magnor, M. An Augmented Reality System for Astronomical Observations. Proceedings of the IEEE conference on Virtual Reality 2006.
- [12] Yao, Y; Abidi, B.R.; Abidi, M.A. Extreme Zoom Surveillance: System Design and Image Restoration. Journal of Multimedia, Vol. 2, No. 1, February 2007.
- [13] Sajjad, M.; Khattak, N.; Jafri, N. Image Magnification Using Adaptive Interpolation by Pixel Level Data-Dependent Geometrical Shapes. World Academy of Science, Engineering and Technology, 2007.

- [14] Morse, B.S.; Schwartzwald, D. Image Magnification using Level-Set Reconstruction. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2001.
- [15] Wikipedia. Indonesia. Wikipedia, The Free Encyclopedia, en.wikipedia.org, 24 September 2006.
- [16] Shirvaikar MV. An optimal measure for camera focus and exposure. Proceedings of the IEEE SSST 2004.
- [17] NASA. Great Observatories – Beyond Einstein. NASA, <http://universe.nasa.gov/program/observatories>, 2007.
- [18] Li, M.; Lavest, J.M. Some Aspects of Zoom Lens Camera Calibration. Technical Report ISRN KTH/NA/P—95/03—SE, Dept of Numerical Analysis and Computing Science, KTH (Royal Institute of Technology, February 1995.
- [19] Vatani, N.N.; Roberts, J. Automatic Camera Exposure Control. Online Repository of en.scientificcommons.org, 2007.