

Analisa Teknik Kompresi Data Satelit dengan Metode Error Diffusion Dithering

I Ketut Swardika

Lab. Multimedia, Gd. EC, Program Studi Manajemen Informatika,

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali,

Bukit Jimbaran, P.O. Box 1064 Tuban Badung Bali, Phone: +62-081 339 336 460,

Email: swardika@pnb.ac.id

Abstrak: Dilakukan analisa teknik kompresi data image satelit penginderaan jauh yang besar dengan tujuan memperkecil ukuran file data tanpa menghilangkan kemampuan data dalam mengidentifikasi obyek-obyek. Metode *error diffusion dithering* dengan matrik filter Floyd and Steinberg dipilih untuk menghasilkan image biner terkompresi. Hasil image output rutin program komputer dianalisa dengan *index performance* MSE. Obyek-obyek diidentifikasi secara supervisi visual interpretasi. Output rutin program memberikan hasil MSE kurang dari 0,15 dan efisiensi ukuran file menjadi 85% lebih kecil. Obyek dapat teridentifikasi dengan baik pada image hasil output dengan membuat image biner *pseudo RGB color* dari tiga band image biner. Identifikasi obyek terbantuan dengan persepsi penglihatan akan warna-warna hasil bauran kombinasi warna primer.

Kata kunci: kompresi image, data satelit, error diffusion dithering.

Compression Technique for Satellite Data Using Error Diffusion Dithering Method

Abstract: Compression techniques of huge image satellite remote sensing data with aim to reduce size of data files without eliminating ability of data to identify objects is analyzed. Error diffusion dithering method with Floyd and Steinberg filter matrix is selected to produce a compressed binary image. The results of the output image from a computer program routine are analyzed by MSE performance index. The objects are identified by supervision visual interpretation. Routine processing program results MSE less than 0.15 and the efficiency to more than 85% of smaller file size. Objects can be identified well by creating a binary pseudo RGB color image from three bands binary image. Object identification is aided by visual perception results of colors mix from primary colors combination.

Keywords: image compression, satellite data, error diffusion dithering.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Besarnya ukuran sebuah data image satelit penginderaan jauh berhubungan dengan banyak parameter penting dari desain sensor sampai dengan desain *platform* atau obyek pembawa sensor tersebut (*satellite*) [1]. Semua hal tersebut bertujuan untuk kemampuan pemanfaatan data satelit yang akan digunakan.

Selain parameter utama seperti besar resolusi spasial, resolusi spektral dan temporal. Besarnya rentang sapuan sensor (*swath width*) berdampak pada besarnya *scene image* (dimensi) yang dihasilkan [2]. Desain besarnya rentang *binary digit* (*bit*) data berpengaruh akan rentang detail radian yang dipantau. Hal-hal tersebut berpengaruh pada besar file data yang dihasilkan.

Biasanya data satelit untuk penggunaan umum tersimpan dalam format 8-bit dan terdiri tidak lebih dari 4 kanal (band). Sebagai contoh data satelit image 8-bit *Advanced Land Observing Satellite* (ALOS) *Advance Visible Near Infra Red 2* (AVNIR2) [3] per band sebesar 49 513 kb. Dalam sebuah *scene* terdapat 4 band, sehingga ukuran total data satelit menjadi 198 052 kb. Namun khusus untuk penggunaan bidang sains, misalnya data sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) tersimpan dalam format 16-bit dan mencapai lebih dari 36 band.

Penerapan data satelit untuk mengidentifikasi obyek dibutuhkan detail yang tinggi atau

dibutuhkan resolusi spasial yang tinggi [4], sehingga metode kompresi data dengan memperkecil dimensi ukuran image (*pixel sampling*) tidak dimungkinkan. Obyek yang ada diatas permukaan bumi menjadi sulit untuk diidentifikasi oleh karena bentuk obyek menjadi tidak jelas.

Memperkecil ukuran sebuah data image dengan tujuan diterapkan dalam mengidentifikasi sebuah obyek dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran kedalaman bit data (*bit depth*), dengan harapan hasil atau hipotesa nol indentifikasi obyek, obyek tetap dapat dikenali dengan tingkat akurasi yang baik. Dalam penelitian ini penulis mencoba melakukan teknik kompresi data satelit dengan mengatur kedalaman bit data dengan metode *image dithering* dan menganalisa hasil outputnya dalam pemanfaatan mengidentifikasi obyek-obyek.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang penelitian diatas, terdapat dua permasalahan yang ingin dipecahkan, yaitu:

1. Bagaimana teknik kompresi data image satelit dapat dilakukan dengan metode *error diffusion dithering*?
2. Apakah identifikasi obyek dari hasil kompresi data image satelit dengan metode *error diffusion dithering* memberikan tingkat akurasi yang baik?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat rutin program dan menganalisa hasil teknik

kompresi data image satelit dengan metode *error diffusion dithering*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

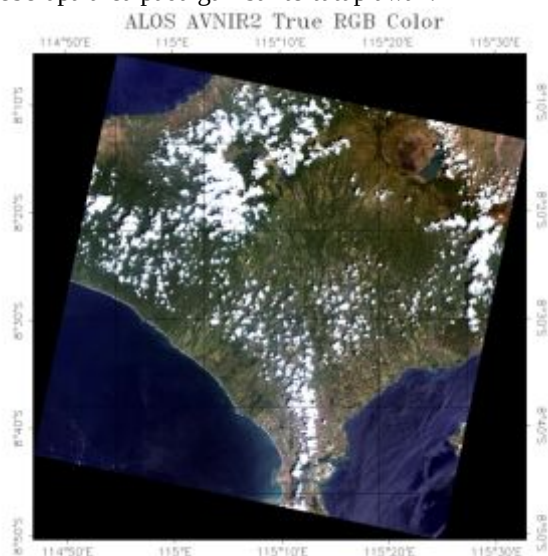
2.1 Data

Data image satelit yang digunakan adalah ALOS AVNIR2 [3]. ALOS adalah satelit remote sensing badan antariksa Jepang (JAXA) yang diluncurkan pada tahun 2006. AVNIR2 merupakan sebuah sensor yang bekerja pada spektrum cahaya tampak (*visible*) dan cahaya infra merah dekat (*near infrared*). ALOS AVNIR2 memiliki 4 band (kanal) yaitu band biru (460nm), hijau (560nm), merah (650nm) dan band infra merah dekat (820nm). Resolusi spasial ALOS AVNIR2 sebesar 10 m. Tabel 1 menunjukkan data teknis data satelit yang digunakan.

Tabel 1. Data Teknis Data Image Satelit.

Item Data	Nilai
Sensor Name	ALOS AVNIR2
Pixels Resolution	10 m
Date of Observation	28-11-2006
Scene Center	8,465S 115,165E
Scene ID	ALAV2A044933770
Number Of Lines/ Cells	7000/7142
Bands	4 (0,460 μ m, 0,560 μ m, 0,650 μ m 0,82 μ m)
Projection	UTM Zone 50 South
Datum	WGS-84
Rotation	-11.807623 ⁰

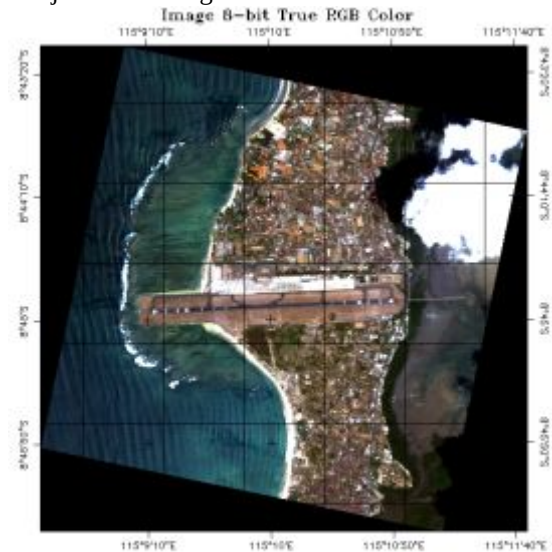
Gambar 1. adalah data *full-scene* (7000 lines, 7142 cells) True Color RGB ALOS AVNIR2 dengan tanggal observasi: 28-11-2006. Pada Gambar 1 menunjukkan sebagian besar wilayah Pulau Bali. Beberapa area pada gambar tertutup awan.



Gambar 1. *Full scene* data image satelit area P. Bali. Untuk proses penelitian ini hanya sebagian kecil dari *full-scene* data satelit (Gambar 1) yang digunakan. Area dengan ukuran 512x512 pixel dipilih dengan obyek yang mudah diidentifikasi.

Gambar 2 menunjukkan area sekitar Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali.

Pada proses kompresi dengan metode *error diffusion dithering* dilakukan proses per-band. Sehingga terdapat tiga band yang diproses sebelum menjadi RGB image.



Gambar 2. *True Color* RGB ALOS AVNIR2 pada area sekitar Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali.

2.2 Metode

A. Image Dithering

Pada dasarnya *image dithering* digunakan untuk menyesuaikan kapasitas perangkat keras baik *display* monitor maupun pencetak dalam menangani rona warna (*color tone*). Perangkat keras akan menggunakan warna aproksimasi jika *color tone* tersebut tidak didukung. *Image Dithering* dapat dilakukan dengan cara melakukan intensitas ambang batas (*intensity threshold*), yaitu dengan menseleksi besar intensitas setiap pixel pada image (pada sebuah image dipresentasikan dalam bilangan DN atau *digital number*). Dalam proses menseleksi dapat dilakukan dengan cara tetap (*fixed*), acak (*random*) maupun berurutan (*ordered*) dengan beberapa pola (*pattern*) matrik *threshold* [5].

Secara sederhana jika ditentukan sebuah *threshold* bernilai intensitas (DN) pada image 8-bit sebesar 96, maka DN 0 s/d 95 akan menjadi 0 atau *black* sisanya 96 s/d 255 menjadi 1 atau 255 (*white*). Image output (omg) yang dihasilkan merupakan image biner (1-bit image).

Algoritma *Ordered threshold* menempatkan matrik *threshold* (tmatrik) diatas matrik image original (img) secara *tile*. Setiap nilai pixel pada image original dibandingkan dengan nilai matrik *threshold*, jika lebih kecil image ouput pixel akan bernilai 0 atau sebaliknya bernilai 1. Matrik filter *ordered threshold* yang terkenal adalah matrik Bayer [5].

Rutin program untuk *ordered threshold* dalam bahasa pemrograman Java Processing [6] dapat dilihat pada Appendix A.

B. Error Diffusion Image Dithering

Formula dua dimensi *error diffusion* pertama kali dipublikasi oleh Robert Floyd and Louis Steinberg pada tahun 1976 [7]. Selanjutnya beberapa peneliti mempublikasikan modifikasi dari metode Floyd and Steinberg untuk tujuan yang spesifik. Selama pertengahan tahun 1980-an *dithering* menjadi populer untuk mendukung berbagai *driver video-VGA card* komputer, terakhir Frankie Sierra (1990) mempublikasikan matrik filter *dithering*-nya. Matrik filter Floyd and Steinberg (*fmatrik*) berukuran 2x3 dengan faktor pengkali (1/16) seperti berikut:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Algoritma *Error Diffusion Image Dithering* dilakukan dalam beberapa langkah. Pertama, tentukan nilai *threshold* (0.5). Kedua, bandingkan nilai intensitas image original pada lokasi pixel (y,x), jika lebih besar dari *threshold*, maka intensitas image output pada lokasi pixel (y,x) diberi nilai 1 atau 255 (*white*). Kondisi sebaliknya bernilai 0 (*black*). Ketiga, hitung besarnya *error*, dimana:

$$error = img_{y,x} - omg_{y,x}$$

$$= img_{y,x} - omg_{y,x}$$

Keempat, distribusikan *error* ke pixel berikutnya

$$img_{y+1,x+1} = img_{y,x} + error * fmatrik$$

Dengan menyebar *error* ke banyak pixel, masing-masing dengan nilai yang berbeda dapat meminimalisasi *speckle* (bintik).

Rutin program untuk *Error Diffusion* dalam bahasa pemrograman Java Processing [6] dapat dilihat pada Appendix B.

C. Analisa

Tingkat kemiripan image original (*img*) dengan image hasil output (*omg*) dianalisa dengan menghitung *mean square error* (MSE) [8] image hasil output dengan formula sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{n.m} \sum_{k=1}^{n.m} (img_k - omg_k)^2$$

$n = \text{baris}; m = \text{kolom}$

MSE adalah sebuah statistik *performence index* dalam fungsi kuadrat. Nilai *performence index* akan jatuh pada angka 0 s/d 1. Harapan hasil besarnya MSE yang dapat diterima kurang dari 0,15 atau dengan tingkat konfiden sebesar 85%.

Analisa kualitatif dilakukan untuk menganalisa proses indentifikasi obyek dengan cara interpretasi visual (*visual image interpretation*) [4]. Obyek pada image original ditentukan dan diidentifikasi terlebih dahulu dan dibandingkan pada obyek pada image hasil output. Hasil interpretasi diskalakan dalam skala akurasi kualitatif yaitu: baik, cukup dan kurang.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kompresi Data Satelit dengan Metode Error Diffusion Dithering

Data ALOS AVNIR2 dengan dimensi 512x512 pada area yang dipilih seperti pada Gambar 2 diproses per band (band1 s/d band4) dengan rutin program *error diffusion dithering* dengan matrik filter Floyd and Steinberg. Hasil image proses dihitung besarnya MSE dan hasil perbandingan ukuran filenya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil MSE dan Ukuran File

Band	Hasil MSE	File Size	
		Image Original (8-bit)	Image Output (1-bit)
Band-1	0.154309	261 kb	33 kb
Band-2	0.156297	261 kb	33 kb
Band-3	0.135436	261 kb	33 kb
Band-4	0.126372	261 kb	33 kb
Rata-rata	0,143104	261 kb	33 kb

Dilihat dari besar MSE rata-rata sebesar 0,14 pada Tabel 2 diatas, menunjukkan proses memberikan hasil yang diharapkan. Dimana MSE lebih kecil dari 0,15. Hal ini memberikan arti image hasil output cocok (*match*) dengan image original. Dilihat dari parameter ukuran file pada Tabel 2 diatas, proses memberikan hasil efisiensi ukuran file per-band sebesar 261 kb - 33 kb = 228 kb (total 912 kb) atau dihasilkan prosentase efisiensi ukuran file sebesar $228/261 \times 100\% = 87,35\%$ lebih kecil.

3.2 Image 1-bit Pseudo RGB Color

RGB *color* image dapat dibuat dengan menggunakan tiga band image 1-bit yang dihasilkan dari proses *dithering*. Gambar 3 merupakan image 1-bit *pseudo RGB color* yang dihasilkan. Oleh karena image tiap band merupakan 1-bit atau image *biner* (0 dan 1), sehingga hanya terdapat 2^3 (8) kombinasi warna seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kombinasi warna

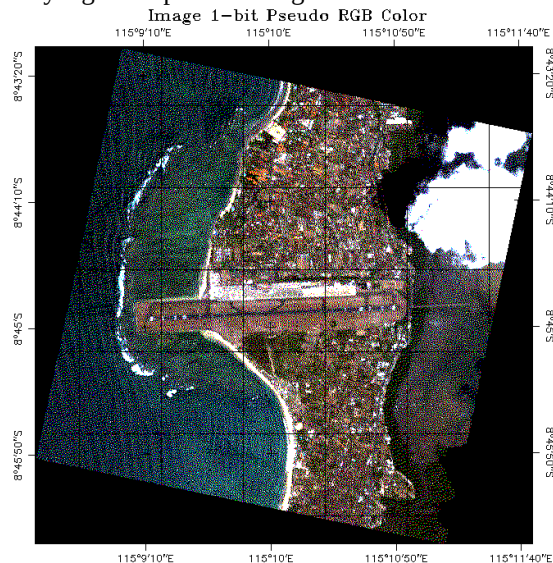
R	0	1	0	0	0	1	1	1
G	0	0	0	1	1	1	0	1
B	0	1	1	1	0	0	0	1
Warna	H T	M G	B R	C Y	H J	K U	M R	P T

HT=Hitam; MG=Magenta; BR=Biru; CY=Cyan; HJ=Hijau; KU=Kuning; MR=Merah; PT=Putih

Warna-warna yang lain akan muncul dari persepsi pemirsa (*viewer*) sendiri dari bauran antar dua warna yang berdekatan diatas.

Jika dibandingkan Gambar 2 yaitu 8-bit *True RGB Color* dengan Gambar 3, warna pada Gambar 3 cocok (*match*) dengan warna pada Gambar 2, kecuali terdapat *speckle* dan kedalaman warna yang lebih rendah.

Obyek-obye dengan nilai reflektif terendah seperti daerah dibawah bayang-bayang awan dan tertinggi seperti awan, buih ombak, pasir putih dan atap bangunan dari bahan *metal*, memiliki kombinasi DN yang sama pada kedua gambar.



Gambar 3. Image 1-bit pseudo RGB color

Penerapan image 1-bit *Pseudo RGB Color* pada perhitungan radian spektral seperti *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) tidak memberikan hasil yang diharapkan. Oleh karena hasil perhitungan NDVI hanya menghasilkan tiga kemungkinan nilai yaitu: -1, 0 dan +1. Termasuk penerapannya pada perhitungan radian multi spektral seperti segmentasi image dan klasifikasi.

3.2 Identifikasi Obyek

Beberapa obyek dominan yang terdapat pada Gambar 2 dipilih dan ditentukan berdasarkan supervisi pengetahuan penulis dengan cara interpretasi visual. Obyek-obye tersebut antara lain: laut, buih ombak, pantai, pasir putih, landasan pacu, bandara, awan, perumahan dan lain-lain seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Daftar obyek yang diidentifikasi

Lokasi		Identifikasi Obyek (DN)		Tingkat Akurasi*
Lat. (deg)	Lon. (deg)	Image Original b1b2b3	Image Output b1b2b3	
-8.723	115.15	Laut 125 89 57	Laut 0 0 1	1
-8.732	115.16	Pantai 129 100 65	Pantai 0 0 0	1
-8.735	115.15	Buih 238 217 179	Buih 1 1 1	1
-8.759	115.16	Pasir 223 255 255	Pasir, 1 1 1	1
-8.734	115.18	Awan 255 255 255	Awan 1 1 1	1
-8.747	115.15	Landasan 128 107 102	Landasan 1 1 0	1

*Tingkat Akurasi: 1=Baik, 2=Cukup, 3=Kurang

Tabel 4 (lanjutan). Daftar obyek yang diidentifikasi

Lokasi		Identifikasi Obyek (DN)		Tingkat Akurasi*
Lat. (deg)	Lon. (deg)	Image Original b1b2b3	Image Output b1b2b3	
-8.746	115.16	Bandara 165 152 150	Bandara 1 1 0	1
-8.748	115.16	Lap. Pacu 132 94 77	Lap.Pacu 0 0 0	1
-8.732	115.17	Rumah 134 142 163	Rumah 1 1 1	1
-8.754	115.18	Bakau 118 88 66	Bakau 1 0 0	1
-8.747	115.18	AFL 150 124 115	AFL 0 1 0	1

*Tingkat Akurasi: 1=Baik, 2=Cukup, 3=Kurang

Secara nyata obyek yang teridentifikasi pada Gambar 2 dan pada lokasi yang sama pada Gambar 3 juga teridentifikasi dengan obyek yang sama tanpa keraguan. Sehingga pada Tabel 4 tingkat akurasi identifikasi semua obyek adalah baik.

Walaupun besar nilai DN pada ketiga band (b1,b2,b3) pada image original dengan image output sangat berbeda, obyek pada lokasi yang sama dapat diidentifikasi dengan baik. Oleh karena kombinasi warna pada Tabel 3 dan warna baurannya dari hasil persepsi viewer memberi hasil yang mirip. Sebagai contoh area disebelah utara dan selatan landasan pacu bandar udara, pada Gambar 2 jelas terlihat perumahan warga dengan atap genteng dominan warna coklat dan pada Gambar 3 juga terlihat obyek warna coklat hasil dari bauran kombinasi warna pada Tabel 3..

IV. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

1. Kompresi data image satelit dengan metode *error diffusion dithering* dilakukan per band dengan menerapkan matrik filter Floyd and Steinberg. Proses rutin program memberikan hasil MSE kurang dari 0,15 dan efisiensi ukuran file menjadi 85% lebih kecil.

2. Obyek dapat teridentifikasi dengan baik pada image hasil proses *error diffusion dithering* dengan membuat image biner *pseudo RGB color* dari tiga band image biner. Identifikasi obyek terbantuan dengan persepsi penglihatan akan warna-warna hasil kombinasi warna primer.

4.2 Saran

Penerapannya pada perhitungan radian multi spektral seperti NDVI, segmentasi image dan klasifikasi diperlukan teknik yang dapat menghasilkan variasi radian yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rees, W.G., *"Physical Principles of Remote Sensing, Second Edition"*, Cambridge University Press, Cambridge-UK, 2001, chapter.11, p.273.
- [2] Schowengerdt, R.A., *"Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing, Third Edition"*,

Elsevier, San Diego-California, 2007, chapter.9, p.390.

[3] Bauvet, M., Goryl, P., Chander, G., Santer, R., and Saunier, S., "Preliminary radiometric calibration assessment of ALOS AVNIR-2", *IEEE In Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2007)*, 2007, pp. 2673-2676.

[4] Drury, S.A., "Image Interpretation in Geology", Second Edition, Chapman & Hall, London-UK, 1993, , chapter.5, p.124.

[5] Bayer, B., "An optimum method for two-level rendition of continuous-tone pictures", *IEEE International Conference on Communications*, June 11–13, 1973, p.1: 11–15.

[6] Reas, C. and Fry, B, "Getting started with processing: First Edition", O'Reilly Media Inc. CA USA, 2010.

[7] Floyd, R. W., and Steinberg, L., "An Adaptive Algorithm for Spatial Gray Scale", *International Symposium Digest of Technical Papers*, Society for Information Displays, 1975, p. 36.

[8] Sachs, L., "Applied Statistics: A Handbook of Techniques", Springer-Verlag, New York, 1984, p. 253.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) Earth Observing Research Center (EORC) ALOS DAICHI Program, dan JAXA pilot project (CReSOS) Indonesia yang telah memberikan CD data ALOS AVNIR2 SceneID: ALAV2A044933770.

Appendix

A. Ordered Dithering

Matrik filter dari Bayer:

$$S = \begin{bmatrix} 4D & 4D & U \\ 4D & U & 4D + U \end{bmatrix}$$

dimana:

$$D = \begin{bmatrix} & \\ & \end{bmatrix} U = Identitas$$

Rutin program:

```
for(int x=0; x<img.width; x++){
    for(int y=0; y<img.height; y++){
        int loc = x + y*img.width;
        omg.pixels[loc] =
        (img.pixels[loc]> tmatrik[x%n][y%m]) ?
        #FFFFFF : #000000 ;
    }
}
omg.updatePixels();
image(omg,width/2,0);
```

B. Error Diffusion Dithering

Matrik filter Floyd and Steinberg.

$$F = \begin{matrix} & x \\ & / \end{matrix}$$

Rutin program:

```
for(int y=3; y<img.height-2; y++){
    for(int x=4; x<img.width-3; x++){
        int ox=x-3;int oy=y-2;
```

```
omg.pixels[ox][oy] =
(img.pixels[x][y] > threshold) ? #FFFFFF :
#000000 ;
int error = img.pixels[x][y] - omg.pixels[ox][oy];

    for(int w=y-1; w<y+1; w++){
        for(int v=x; v<x+1; v++){
            img.pixels[v][w]=
            img.pixels[v][w]+error*fmatrik[v][w];
        }
    }
}

omg.updatePixels();
image(omg,width/2,0);
```