

Proses Difusi Untuk Meningkatkan Kualitas Deteksi Tepi Citra

Danar Ardian Pramana¹

¹Universitas Peradaban, Danar@peradaban.ac.id

Abstract. Image processing is generally used to repair an image that is affected by interference or noise. The goal is so that the resulting image is easy for humans to understand. Edge detection is one of the scientific fields of image processing. To get better image detection results, a diffusion process can be used using the two-dimensional diffusion equation. Initial conditions and boundary conditions are needed in the two-dimensional diffusion equation which is then used to improve image edge detection. The scheme used is an explicit scheme. The time variable (t) is important in this process. The edges of the image will change increasingly as t increases. This process continues until $t = 1$. Several examples will be given to illustrate the results for the diffusion process in image edge detection.

Keywords: *diffusion, image processing, edge detection*

Abstrak. Pengolahan citra umum digunakan untuk memperbaiki sebuah citra yang terkena gangguan atau derau. Tujuannya adalah agar citra yang dihasilkan menjadi mudah dipahami oleh manusia. Deteksi tepi merupakan salah satu bidang ilmu dari pengolahan citra. Untuk mendapatkan hasil deteksi citra yang lebih baik dapat digunakan proses difusi dengan menggunakan persamaan difusi dimensi dua. Syarat awal dan syarat batas diperlukan pada persamaan difusi dimensi dua yang selanjutnya digunakan untuk perbaikan deteksi tepi citra. Skema yang dipakai adalah skema eksplisit. Variabel waktu (t) penting dalam proses ini. Tepi citra akan semakin berubah seiring dengan penambahan t . Proses tersebut berlangsung sampai pada saat $t = 1$. Akan diberikan beberapa contoh ilustrasi hasilnya untuk proses difusi pada deteksi tepi citra.

Kata kunci: *difusi, pengolahan citra, deteksi tepi*

1. Pendahuluan

Proses difusi digunakan untuk meningkatkan kualitas hasil dari pengolahan citra. Salah satu aplikasi yang penting adalah deteksi tepi. Ada beberapa jenis deteksi tepi yaitu deteksi tepi canny, deteksi tepi prewitt, dan deteksi tepi sobel. Namun untuk citra yang lebih rumit, hasil dari deteksi-deteksi tersebut menghasilkan tepi citra yang kurang maksimal, sehingga masih memerlukan proses lagi. Proses tersebut menggunakan proses difusi. Idenya, garis dari piksel-piksel yang kurang jelas akan disebar di antara piksel tetangga sehingga terjadi proses difusi yang menghasilkan garis yang lebih jelas.

Chitwan mengemukakan model difusi pada citra [1]. Hiroshi menggunakan proses difusi untuk translasi citra [2]. Jiaming (2020) mengemukakan model difusi translasi [3]. Zimmer menggunakan proses difusi dalam stereo visi [4]. Crank menyebutkan berbagai aplikasi pada proses difusi [5]. Persamaan difusi nonlinear dengan $u(x, t)$ mewakili tepi citra pada waktu t dengan deteksi tepi awal $u(x, 0)$, pilihan koefisien difusi D memberikan peran yang sangat penting bagi peningkatan kualitas deteksi tepi citra.

2. Metode

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu, studi literatur, perancangan program, dan pengujian.

2.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari informasi dan referensi dari berbagai sumber yang berhubungan dengan proses difusi, pengolahan citra dan deteksi tepi.

2.2. Perancangan Program

Perancangan program menggunakan software matlab. Matlab menggunakan Bahasa C. Untuk pengolahan citra, matlab digunakan untuk menghasilkan deteksi tepi canny, sobel dan prewitt.

2.3. Pengujian

Pengambilan citra di Jalan Maliobro dengan kamera HP 5 mp dari jarak 3 meter. Format citra menggunakan .jpg yang kemudian diolah menghasilkan deteksi tepi. Selanjutnya dilakukan proses difusi pada tepi citra tersebut dengan matlab.

3. Hasil dan pembahasan

Diperlukan solusi persamaan difusi dimensi dua untuk proses difusi pada deteksi tepi citra. Untuk mendapatkan solusi, dibutuhkan syarat awal dan syarat batas. Syarat awal persamaan difusi yaitu $u(x, y, 0) = I(x, y)$, dengan I merupakan fungsi yang ditentukan. Sebuah kondisi batas diperlukan pada masing-masing titik batasnya.

Syarat awal dan syarat batas persamaan difusi pada dimensi dua dapat dibentuk sebagai

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right), \quad x, y \in (0, L), D \in R, t \in (0, T], \quad (3.1)$$

$$\begin{aligned} u(x, y, 0) &= I(x, y), \quad x, y \in [0, L], \\ \frac{\partial u}{\partial x}(0, y, t) &= 0, \frac{\partial u}{\partial x}(L, y, t) = 0, \\ \frac{\partial u}{\partial y}(x, 0, t) &= 0, \frac{\partial u}{\partial y}(x, L, t) = 0, \quad t > 0, \end{aligned}$$

kemudian diberikan *space* dari titik *mesh*:

$$\begin{aligned} x_i &= i\Delta x, \quad i = 0, \dots, N_x, \\ y_j &= j\Delta y, \quad j = 0, \dots, N_y, \end{aligned}$$

dan

$$t_n = n\Delta t, \quad n = 0, \dots, N_t,$$

dengan

$$\Delta x = \frac{1}{N_x}, \Delta y = \frac{1}{N_y}.$$

Selebihnya, $u_{i,j}^n$ dinotasikan sebagai *mesh* yang merupakan pendekatan dari $u(x_i, y_j, t_n)$ untuk $i = 0, \dots, N_x, j = 0, \dots, N_y$, dan $n = 0, \dots, N_t$.

Turunan variabel waktu pada Persamaan (3.1) di titik $u(x_i, y_j, t_n)$ akan didekati dengan pendekatan beda hingga maju, sehingga diperoleh

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right)_{i,j}^n &= \frac{U_{i,j}^{n+1} - U_{i,j}^n}{\Delta t} + O(\Delta t) \\ &\approx \frac{U_{i,j}^{n+1} - U_{i,j}^n}{\Delta t}. \end{aligned} \quad (3.2)$$

Sedangkan untuk turunan terhadap variabel ruang akan didekati dengan pendekatan beda hingga tengah, sehingga diperoleh

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)_{i,j}^n &= \frac{U_{i+1,j}^n - 2U_{i,j}^n + U_{i-1,j}^n}{(\Delta x)^2} + O((\Delta x))^2 \\ &\approx \frac{U_{i+1,j}^n - 2U_{i,j}^n + U_{i-1,j}^n}{(\Delta x)^2}, \\ \left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)_{i,j}^n &= \frac{U_{i,j+1}^n - 2U_{i,j}^n + U_{i,j-1}^n}{(\Delta y)^2} + O((\Delta y))^2 \\ &\approx \frac{U_{i,j+1}^n - 2U_{i,j}^n + U_{i,j-1}^n}{(\Delta y)^2}. \end{aligned} \quad (3.3)$$

Jika Persamaan (3.2) dan Persamaan (3.3) disubstitusikan ke Persamaan (3.1) maka akan diperoleh pendekatan dengan error pemotongan $O((\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + \Delta t)$ yaitu:

$$\frac{U_{i,j}^{n+1} - U_{i,j}^n}{\Delta t} = D \left(\frac{U_{i+1,j}^n - 2U_{i,j}^n + U_{i-1,j}^n}{(\Delta x)^2} + \frac{U_{i,j+1}^n - 2U_{i,j}^n + U_{i,j-1}^n}{(\Delta y)^2} \right).$$

Jadi pendekatan beda hingga untuk persamaan difusi dengan Metode Eksplisit adalah

$$U_{i,j}^{n+1} = U_{i,j}^n + D \left(\frac{\Delta t}{\Delta x^2} (U_{i+1,j}^n - 2U_{i,j}^n + U_{i-1,j}^n) + \frac{\Delta t}{\Delta y^2} (U_{i,j+1}^n - 2U_{i,j}^n + U_{i,j-1}^n) \right). \quad (3.4)$$

Untuk selanjutnya, akan dibahas mengenai proses difusi pada deteksi tepi citra. Pada citra, jarak antar interval baik untuk variabel x maupun variabel y adalah h . Sehingga dari Persamaan (3.4) dapat dibentuk menjadi

$$U_{i,j}^{n+1} = U_{i,j}^n + D \frac{\Delta t}{h^2} \left((U_{i+1,j}^n - 2U_{i,j}^n + U_{i-1,j}^n) + (U_{i,j+1}^n - 2U_{i,j}^n + U_{i,j-1}^n) \right) \quad (3.5)$$

Selanjutnya diasumsikan jarak antar interval, yaitu $h = 1$. Sehingga Persamaan (3.26) dapat dibentuk menjadi

$$U_{i,j}^{n+1} = U_{i,j}^n + D \Delta t \left((U_{i+1,j}^n - 2U_{i,j}^n + U_{i-1,j}^n) + (U_{i,j+1}^n - 2U_{i,j}^n + U_{i,j-1}^n) \right). \quad (3.6)$$

Persamaan (3.6) digunakan pada matlab untuk peningkatan kualitas deteksi tepi citra.

3.1. Deteksi Tepi

Ada 3 jenis deteksi tepi yang digunakan, yaitu deteksi tepi canny, deteksi tepi sobel dan deteksi tepi prewitt. Pada gambar 1 merupakan citra asli yang akan di olah dengan deteksi tepi. Pada gambar 2 merupakan deteksi tepi canny, gambar 4 merupakan deteksi tepi sobel dan gambar 6 merupakan deteksi tepi prewitt.



Gambar 1. Citra asli

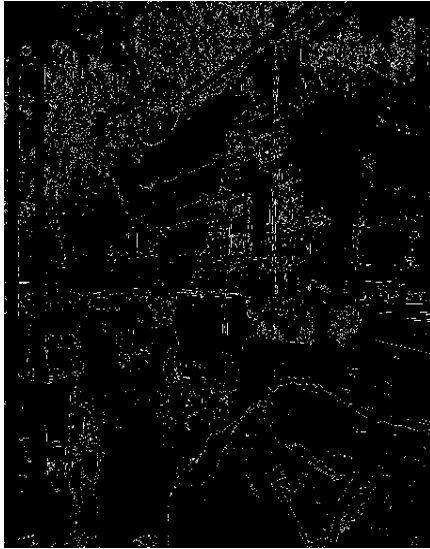


Gambar 2. Deteksi Canny



Gambar 3. Saat $t = 1$

Ketiga deteksi tepi tersebut menghasilkan citra yang kurang jelas. Kemudian dari ketiga gambar tersebut dilakukan pengolahan citra lagi dengan proses difusi pada persamaan (3.6). Hasilnya, dilakukan proses difusi pada gambar 2 dan menghasilkan citra pada gambar 3 saat menggunakan $t = 1$, terlihat menghasilkan citra yang lebih halus dan jelas.

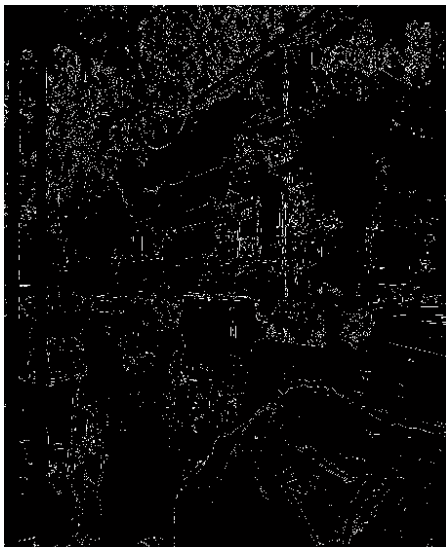


Gambar 4. Deteksi Sobel



Gambar 5. Saat $t = 1$

Kemudian menggunakan proses difusi yang serupa pada gambar 4 menghasilkan citra gambar 5 yang terlihat lebih halus dan jelas saat $t = 1$.



Gambar 6. Deteksi Prewitt



Gambar 7. Saat $t = 1$

Dilakukan lagi proses difusi yang serupa pada gambar 6 yang menghasilkan gambar 7 yang lebih halus dan jelas saat $t = 1$.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh hasil bahwa proses difusi dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas deteksi tepi citra. Hasil terbaik pada proses difusi terdapat pada deteksi canny saat $t = 1$. Pembahasan proses difusi sangatlah luas, tidak hanya pada penghapusan derau atau peningkatan kualitas deteksi tepi citra, namun pada hal lain seperti mencari saat t dengan hasil terbaik.

5. Daftar Pustaka

- [1] Chitwan Saharia, William Chan, Huiwen Chang, Chris A Lee, Jonathan Ho, Tim Salimans, David J Fleet, and Mohammad Norouzi. *Image-to-image diffusion models*. arXiv:2111.05826. 2021.
- [2] Hiroshi Sasaki, Chris G Willcocks, and Toby P Breckon. *Unpaired image translation with denoising diffusion probabilistic models*. arXiv:2104.05358. 2021.
- [3] Jiaming Song, Chenlin Meng, and Stefano Ermon. *Denoising diffusion implicit models*. arXiv:2010.02502. 2020.
- [4] H. Zimmer, A. Bruhn, L. Valgaerts, M. Breuß, J. Weickert, B. Rosenhahn, and H.-P. Seidel. *PDE-based anisotropic disparity-driven stereo vision*. Heidelberg. pp. 263–272. 2008.
- [5] Crank. *Mathematics of Difusion*. Oxford University Press: London. 1975.