



Mengidentifikasi Kanker Ginjal Menggunakan Metode Robert, Canny, dan Sobel

Dhio Saputra¹, Sumijan²

^{1,2}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Lubuk Begalung, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

dhiosaputra@upiptyk.ac.id

Abstract

The kidneys are one of the main hemispheres of the excretory form in humans. The kidneys are located next to the middle hemisphere of the back, located accurately under the ribs. The kidneys have functions that are really useful for the health of the human body, for example the kidneys build up in protecting blood pressure to remain normal and produce red blood cells to protect strong bones. There are so many disorders or diseases that exist in the kidneys. One of kidney disease is *kidney cancer*. Kidney cancer is caused by a gene mutation in kidney cells that causes kidney cells to grow abnormally and uncontrollably. Kidney cancer can occur in both children and adults. It's just that in adults, the type of cancer that commonly attacks is kidney cell carcinoma while in children it is a type of Wilms' tumor. To take an image of *kidney cancer* using a *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) tool. The purpose of this research is to identify and recognize the pattern object of *kidney cancer* in the MRI image. To identify *kidney cancer* images, it begins with collecting image data, image processing, image edge detection, image thinning, and identification processes. Edge detection is used to detect the boundaries of objects in the image. The method used in this research is the Canny and Sobel method. The number of images taken were 23 images of *kidney cancer* samples. The results of this research show that the Canny method gives better image results than the Sobel image results.

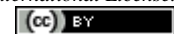
Keywords: Kidney, Kidney Cancer, Edge Detection, Robert Method, Canny Method, Sobel Method.

Abstrak

Ginjal ialah salah satu belahan utama dari bentuk eksresi pada manusia. Ginjal terletak di samping belahan tengah punggung, terletak akurat di bawah tulang rusuk. Ginjal mempunyai fungsi yang benar-benar berguna bagi kesehatan tubuh manusia, misalnya ginjal membangun dalam melindungi tekanan darah tetap normal dan menghasilkan sel-sel darah merah hingga melindungi tulang yang kuat. Banyak sekali gangguan atau penyakit yang ada pada ginjal. Salah satu dari penyakit ginjal yaitu kanker ginjal. Kanker ginjal disebabkan oleh mutasi gen pada sel-sel ginjal yang menyebabkan sel-sel ginjal tumbuh tidak normal dan tidak terkendali. Kanker ginjal bisa terjadi pada anak-anak dan orang dewasa. Hanya saja pada orang dewasa, jenis kanker yang umum menyerang adalah karsinoma sel ginjal sedangkan pada anak-anak adalah jenis *Wilms' tumor*. Untuk pengambilan citra dari kanker ginjal menggunakan alat *Magnetic Resonance Imaging* (MRI). Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi dan mengenali objek pola dari kanker ginjal yang ada pada citra MRI. Untuk melakukan identifikasi citra kanker ginjal dimulai dengan mengumpulkan data gambar, pemrosesan gambar, deteksi tepi gambar, penipisan gambar, dan proses identifikasi. Deteksi tepi berfungsi untuk mendeteksi garis batas objek yang ada pada gambar tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode Canny dan Sobel. Jumlah citra gambar yang diambil berjumlah 23 citra sampel kanker ginjal. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa metode canny memberikan hasil citra yang lebih baik dari hasil citra Sobel.

Kata kunci: Ginjal, Kanker Ginjal, Deteksi Tepi, Metode Robert, Metode Canny, Metode Sobel.

Jurnal Teknologi is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Kanker ginjal atau yang dikenal juga Renal Cell Carcinoma (RCC) merupakan salah satu penyakit kanker yang kebanyakan diderita oleh orang yang sudah berusia 50 tahun ke atas [1]. Jumlah penderita kanker ginjal berdasarkan *Global Cancer Statistics* (GLOBOCAN) tahun 2012 di Indonesia memiliki angka kematian pasien laki-laki 1,6 per 100.000 dan 0.8 per 100.000 untuk perempuan [2]. Sedangkan pada tahun 2020 menurut GLOBOCAN, jumlah kasus *kidney cancer* sebanyak 431.288 atau 2.2% dan jumlah

kematian yang disebabkan sebanyak 179.368 atau 1.8% [3]. Jika penyakit kanker ginjal ditangani dengan cepat maka dapat berpengaruh pada kelangsungan hidup seseorang [4].

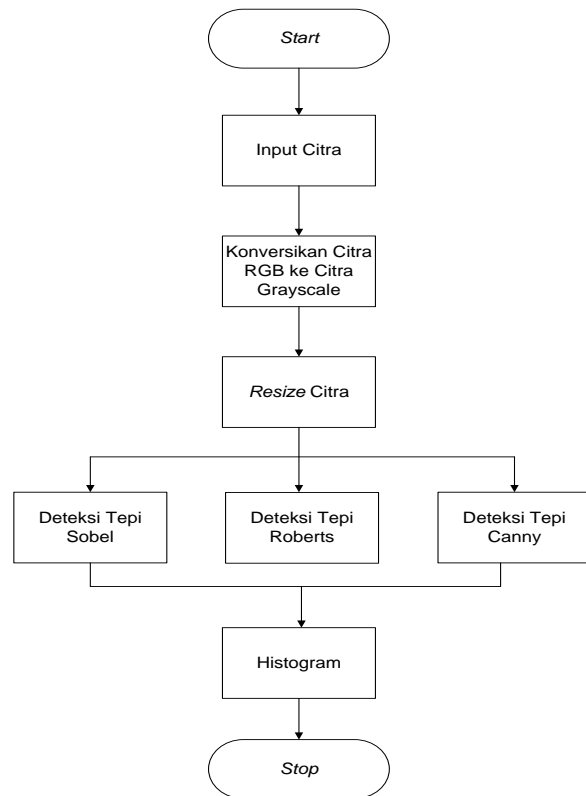
Salah satu alat untuk melihat perkembangan penyakit kanker ginjal yaitu menggunakan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI). Di dalam penggunaan alat MRI masih mengalami kesulitan untuk menentukan stadium atau tingkatan kanker ginjal. Untuk itu diperlukan suatu pengolahan citra.

Pengolahan citra dapat digunakan sebagai pengenalan pola dari sebuah citra. Perbedaan pola suatu citra dapat

dijadikan sebagai pengenalan [5]. Pada umumnya operasi yang sering digunakan dalam pengolahan citra adalah perbaikan atau modifikasi kualitas citra [6]. Tujuan dari operasi tersebut adalah untuk meningkatkan kualitas tampilan atau untuk menonjolkan beberapa aspek dari informasi yang terdapat pada gambar [7]. Operasi lain dalam pengolahan citra adalah mengelompokkan, mencocokkan, atau mengukur elemen pada citra, serta menggabungkan bagian citra dengan bagian citra lainnya [8]. Metode yang digunakan dalam pengolahan citra ini adalah deteksi tepi. Deteksi tepi merupakan modifikasi dari nilai intensitas derajat keabuan [9]. Tujuan dari pendeteksian adalah untuk mengklasifikasikan objek pada citra dan juga untuk menganalisis citra selanjutnya [10]. Deteksi tepi memiliki dua bagian, yaitu deteksi tepi orde pertama dan deteksi tepi orde kedua [11]. Deteksi tepi orde pertama bekerja dengan menggunakan turunan atau diferensial orde pertama, yang Sobel, Prewitt, Robert, dan Canny termasuk dalam orde pertama. [12]. Penelitian ini membandingkan hasil keluaran menggunakan metode Canny, Robert dan Sobel yang merupakan operator gradien untuk mendeteksi tepi pada citra kanker ginjal. Sobel merupakan salah satu metode deteksi tepi yang termasuk dalam deteksi tepi gradien [13]. Metode Robert diuji pada gambar yang diperoleh untuk mendeteksi tepi objek [14]. Metode Canny akan menghasilkan sebuah tampilan gambar yang berbeda dengan menampilkan efek relief di dalamnya [15]. Penelitian ini menggunakan citra yang diambil dari hasil MRI sebanyak dua puluh tiga citra yang diuji. Pengujian citra dilakukan dengan deteksi tepi menggunakan metode perbandingan Sobel dan Canny. Perbandingan parameter metode yang diuji menggunakan *software* Matlab 2018a. Hasil pengujian akan memberikan informasi tentang metode yang diuji untuk pengolahan citra yang dilakukan.

2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian dimulai dengan pengumpulan data, yang diambil dari hasil citra MRI kanker ginjal kemudian dilanjutkan dengan cara mencari artikel-artikel literatur yang terkait dengan penelitian ini. Dalam penelitian ini, metode Sobel, Robert dan Canny yang nanti diuji pada citra yang diperoleh untuk mendeteksi tepi objek. Perbandingan yang dilakukan untuk deteksi tepi adalah tebal garis dan tipisnya tepi garis pada citra yang diperoleh dari masing-masing objek citra. Tahapan alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Gambar 1. menjelaskan tentang kerangka penelitian dari deteksi tepi pengenalan citra kanker ginjal. Dalam kerangka penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan citra-citra yang akan diolah citranya. Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra MRI. Di mana citra tersebut digunakan sebagai masukan untuk deteksi pengenalan citra kanker ginjal yang dilakukan pengolahan citra. Gambar hasil citra MRI adalah gambar berwarna atau red, green, and blue (RGB). Untuk mengolah citra berwarna (RGB) diubah menjadi citra abu-abu. Perintah untuk mengubah citra berwarna (RGB) menjadi citra abu-abu pada Algoritma 1.

Algoritma 1

$grayscale = rgb2gray(RGB);$

Tahap berikutnya adalah melakukan *resize* dari gambar yang sudah dilakukan konversi dari gambar berwarna (RGB) menjadi gambar abu-abu [16]. Perintah untuk melakukan *resize* gambar pada Algoritma 2.

Algoritma 2

$size=imresize (grayscale,[256 256]);$

Tahap selanjutnya adalah melakukan deteksi tepi, dimana pada penelitian ini menggunakan metode Sobel dan Canny. Metode Sobel mengambil prinsip dari Fungsi Laplace dan Gaussian, dikenal sebagai fungsi yang membuat *High-Pass Filter* (HPF) [17]. Metode

Sobel merupakan salah satu algoritma deteksi tepi modern yang memiliki kelebihan mendeteksi dan melokalisasi dengan baik, serta respon yang jelas [18]. Metode Robert adalah nama lain dari teknik diferensial dalam arah horizontal dan diferensial dalam arah vertikal, dengan penambahan proses konversi biner setelah diferensial dilakukan [19].

a. Metode Robert

Metode Robert memiliki matriks berukuran 2x2. Ukuran matriks 2x2 membuat perhitungan dengan komputer sangat cepat [20]. Metode Robert memiliki kelemahan karena sangat terpengaruh oleh kebisingan [21]. Juga, operator Robert bereaksi buruk terhadap tepi kecuali tepinya sangat tajam [22].

b. Metode Sobel

Metode Sobel lebih sensitif terhadap tepi diagonal daripada tepi vertikal dan horizontal Hal ini berbeda dengan metode Prewitt yang lebih sensitif terhadap tepi vertikal dan horizontal [23]. Ini berbeda dengan metode Prewitt, yang lebih sensitif terhadap tepi vertikal dan horizontal. Kelebihan dari metode Sobel ini adalah kemampuannya untuk mereduksi *noise* sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi [24].

c. Metode Canny

Metode Canny mulai diperkenalkan oleh Marr dan Hildreth yang melakukan penelitian tentang pemodelan

persepsi visual manusia. Metode Canny mempunyai kriteria dalam melakukan deteksi tepi agar dapat memenuhi optimum dalam melakukan algoritma [25].

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini akan dilakukan pencarian optimasi citra dengan cara melakukan segmentasi citra, yaitu yang pertama melakukan konversi citra atau citra berwarna menjadi abu-abu. Selain itu, citra keabuan digunakan untuk melihat tingkat optimasi citra dengan metode segmentasi citra yang terdiri dari tiga metode yaitu metode Robert, metode Canny, dan metode Sobel. Program sintaksis untuk melakukan konversi citra berwarna menjadi abu-abu adalah pada Algoritma 3.

Algoritma 3.

```
clear;
clc;
[filename,pathname]=uigetfile({'*.jpg;*.bmp;*.png'},
'Select anImage');
RGB= imread([pathname filename]);
grayscale = rgb2gray(RGB);
imshow(grayscale);
```

Untuk mengubah citra warna menjadi warna abu-abu terlebih dahulu pada pengkodean program akan diambil *file* citra. Kemudian akan dilakukan perubahan citra dari citra berwarna menjadi citra abu-abu. Untuk melihat hasil *running* program dari *coding* program dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konversi Gambar Berwarna ke Hasil Abu-abu

Gambar 2 telah dilakukan konversi dari citra berwarna yang diambil dari *zoom* menjadi citra keabu-abuan. Hasil gambar sesuai dengan standar ukuran. Jika ukuran gambar terlalu besar maka perlu untuk mengubah ukuran dari ukuran gambar. Untuk mengubah ukuran gambar dapat dilakukan dengan mengkodekan program pada Algoritma 4.

Algoritma 4

```
clear;
clc;
[filename,pathname] =
uigetfile({'*.jpg;*.bmp;*.png;*.jpeg'},'Select
anImage');
RGB= imread([pathname filename]);
size = imresize (size,[256 256]);
```

`imshow(size);`

Dari *coding* program akan dilakukan pengambilan *file* citra. *File* gambar akan diubah ukurannya. Untuk

melihat hasil *running* program dari *coding* program di atas dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Resize Gambar

Gambar 3 menunjukkan ukuran citra yang lebih kecil dari hasil konversi citra berwarna menjadi citra abu-abu. Di mana ukuran *file* gambar abu-abu adalah 641x608. Setelah diubah ukurannya, ukuran *file* menjadi 256x256. Setelah mengubah citra keabuan, kita dapat melakukan deteksi tepi menggunakan metode Robert. Program pengkodean untuk melakukan deteksi tepi menggunakan metode Robert pada Algoritma 5.

Algoritma 5

```
i = imread('D:/image/gray.jpg');
```

```
I = rgb2gray(i);  
BW1 = edge(I,'Robert');  
imshow(I);  
title('original');  
imshow(BW1);  
title('Robert');
```

Untuk pengkodean program pada metode Robert dilakukan pengambilan *file* citra berwarna abu-abu. *File* citra tersebut akan dilakukan deteksi tepi menggunakan metode Robert. Untuk melihat hasil *running* program dari *coding* program dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Proses Deteksi Tepi Menggunakan Metode Robert

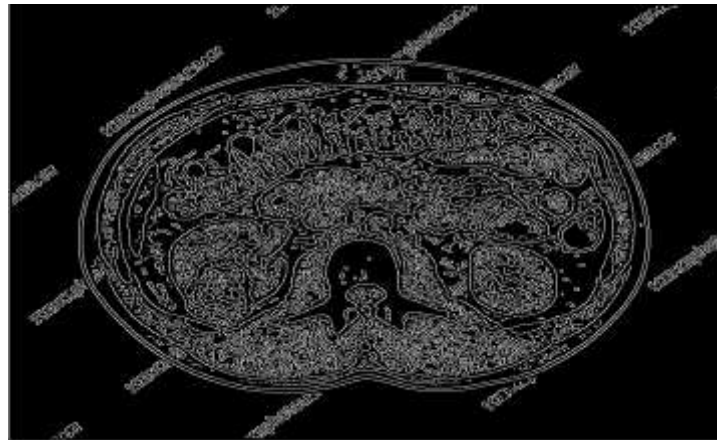
Pada Gambar 4, gambar metode Robert diperoleh. Di mana hasil dari metode ini menunjukkan garis-garis besar gambar yang cukup jelas. Selanjutnya akan dilakukan proses deteksi tepi menggunakan metode Canny. Program pengkodean untuk melakukan deteksi tepi menggunakan metode Canny pada Algoritma 6.

Algoritma 6

```
i = imread('D:/image/gray.jpg');  
I = rgb2gray(i);  
BW1 = edge(I,'canny');
```

```
imshow(I);  
title('original');  
imshow(BW1);  
title('Canny');
```

Untuk *coding* program dalam metode Canny, dilakukan pengambilan *file* citra abu-abu. File citra tersebut akan dilakukan deteksi tepi menggunakan metode Prewitt. Untuk melihat hasil *running* program dari *coding* program dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Proses Deteksi Tepi Menggunakan Metode Canny

Setelah dilakukan pengujian deteksi tepi menggunakan metode Robert, Prewitt, akhirnya akan dilakukan pengujian deteksi tepi menggunakan metode Sobel. Pengkodean program untuk melakukan deteksi tepi menggunakan metode Sobel pada Algoritma 7.

Algoritma 7

```
i = imread('D:/image/gray.jpg');  
I = rgb2gray(i);  
BW1 = edge(I, 'Sobel');  
imshow(I);
```

```
title('original');  
imshow(BW1);  
title('Sobel');
```

Untuk pengkodean program dalam metode Sobel, dilakukan pengambilan *file* citra abu-abu. File citra tersebut akan dilakukan deteksi tepi menggunakan metode Sobel. Untuk melihat hasil *running* program dari *coding* program dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Proses Deteksi Tepi Menggunakan Metode Sobel

Setelah dilakukan pengujian ketiga metode yaitu tepi. Berikut ini adalah analisis pengujian deteksi tepi metode Robert, Prewitt dan Sobel maka akan dilakukan menggunakan metode Robert, Canny dan Sobel. analisis dari hasil citra deteksi tepi tersebut. Dari analisa tersebut akan diketahui hasil yang didapat pada masing-masing dari ketiga metode dalam pendeteksian

- Ukuran filter yang kecil dalam metode Robert membuat komputasi menjadi sangat cepat.

Walaupun memiliki komputasi yang cepat, hal ini sebenarnya merupakan kelemahan dari metode Robert yang sangat dipengaruhi oleh *noise*. Kelemahan lain dari metode Robert adalah memberikan respons yang lemah ke tepi [26].

- b. Hasil deteksi tepi menggunakan metode canny memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan hasil metode Robert [27].
- c. Dari hasil deteksi yang dilakukan didapatkan hasil bahwa metode Sobel lebih baik dari hasil deteksi tepi yang dilakukan dengan metode Robert dan Canny. Dalam metode Sobel, tepi diagonal lebih sensitif daripada tepi vertikal dan horizontal [28].

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode Robert dapat menghitung deteksi citra lebih cepat. Metode Robert memiliki pola tepi yang sedikit pada citra wajah dibandingkan dengan dua metode pendeteksian tepi lainnya yaitu Canny dan Sobel. Metode Sobel memiliki pola tepi yang lebih baik, baik secara kualitas maupun kuantitas dibandingkan dengan metode Canny dan Robert dalam mendeteksi citra kanker ginjal. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan melakukan perbandingan yang terukur dari ketiga metode deteksi tepi menggunakan citra lain.

Daftar Rujukan

- [1] Dwijayanthi, N. K. A., Dewi, N. N. A., Mahayasa, I. M., & Wayan, I. (2020). Karakteristik Pasien Kanker Kolorektal di Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Sanglah Berdasarkan Data Demografi, Temuan Klinis dan Gaya Hidup. *E-Jurnal Medika Udayana*, 9(12), 70-77.. <http://dx.doi.org/10.24843.MU.2020.V9.i12.P13>
- [2] Yanti, I. H., Maria, I. L., & Jafar, N. (2018, February). Analisis Ketahanan Hidup Pasien Gagal Ginjal Kronik yang Menjalani Hemodialisis di Rumah Sakit Kota Makassar. *In Jurnal Forum Kesehatan* 8(1). <http://e-journal.poltekkes-palangkaraya.ac.id/jfk/article/view/40>
- [3] Hasby, A. N. F. A. (2022). *Sistem diagnosa Citra Histopatologi kanker Ginjal menggunakan Metode CNN Model GoogleNet* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya). http://digilib.uinsby.ac.id/52886/2/Alfi%20Nur%20Fitri%20Ali%20Hasby_H92218040.pdf
- [4] Susanto, A. (2019). Reformulasi Kebijakan Tentang Transplantasi Organ Ginjal Manusia. *Jurnal Ilmiah Dunia Hukum*, 3(2), 114-131. <http://dx.doi.org/10.35973/jidh.v3i2.1366>
- [5] Chau, S., Banjarnahor, J., Irfansyah, D., & Kumala, S. (2019). Analisis Pendeteksian Pola Wajah Menggunakan Metode Haar-Like Feature. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 2(2), 69-76. <https://doi.org/10.31289/jite.v2i2.2133>
- [6] Wibowo, S. H., & Susanto, F. (2016). Penerapan Metode Gaussian Smoothing Untuk Mereduksi Noise Pada Citra Digital. *Jurnal Media Infotama*, 12(2). <https://doi.org/10.37676/jmi.v12i2.416>
- [7] Daryanto, D. (2016). Aplikasi Pembesaran Citra Menggunakan Metode Nearest Neighbour Interpolation. *JUSTINDO Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Indonesia*, 1(1). <https://doi.org/10.32528/justindo.v1i01.247>
- [8] Chrisdwianto, T. O., Fitriyah, H., & Widarsi, E. R. (2018). Perancangan sistem deteksi dan pengenalan rambu peringatan menggunakan metode template matching. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN, 2548, 964X..* <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/1119/423>
- [9] Sinurat, S., & Siagian, E. R. (2021). Peningkatan Kualitas Citra Dengan Gaussian Filter Terhadap Citra Hasil Deteksi Robert. *Pelita Informatika: Informasi dan Informatika*, 9(3), 225-231. <http://ejournal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/pelita/article/view/2886>
- [10] Al Amin, M. (2017). Klasifikasi kelompok umur manusia berdasarkan analisis dimensi-fraktal box counting dari citra wajah dengan deteksi tepi canny. *Mathunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 5(2). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/mathunesa/article/view/19398>
- [11] Wananda, P. D., Novamizanti, L., & Atmaja, R. D. (2018). Sistem Deteksi Cacat Kayu dengan Metode Deteksi Tepi Susan dan Ekstraksi Ciri Statistik. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(1), 140. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v6i1.140>
- [12] Supriyatin, W. (2020). Perbandingan Metode Sobel, Prewitt, Robert dan Canny pada Deteksi Tepi Objek Bergerak. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 12(2), 112-120. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v12i2.541.112-120>
- [13] Munantri, N. Z., Sofyan, H., & Florestiyanto, M. Y. (2020). Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Umur Pohon. *Telematika: Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*, 16(2), 97-104. <https://doi.org/10.31315/telematika.v16i2.3183>
- [14] Panggalih, K., Kurniawan, W., & Gata, W. (2022). Implementasi Perbandingan Deteksi Tepi Pada Citra Digital Menggunakan Metode Roberst, Sobel, Prewitt dan Canny. *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, 5(2), 337-347. <https://doi.org/10.29408/jit.v5i2.5923>
- [15] Pambudi, A. R. (2020). Deteksi Keaslian Uang Kertas Berdasarkan Watermark Dengan Pengolahan Citra Digital. *Jurnal Informatika Polinema*, 6(4), 69-74. <https://doi.org/10.33795/jip.v6i4.407>
- [16] Luo, Z., Tang, Z., Jiang, L., & Wang, C. (2022). An underwater-imaging-model-inspired no-reference quality metric for images in multi-colored environments. *Expert Systems with Applications*, 191, 116361. <https://doi.org/110.1016/j.eswa.2021.116361>
- [17] Berus, L., Skakun, P., Rajnovic, D., Janjatovic, P., Sidjanin, L., & Ficko, M. (2020). Determination of the grain size in single-phase materials by edge detection and concatenation. *Metals*, 10(10), 1381. <https://doi.org/10.3390/met10101381->
- [18] Shidiq, F. (2021). Penerapan metode k-Nearest Neighbor (KNN) untuk menentukan ikan cupang dengan ekstraksi fitur ciri bentuk dan canny. *Innovation in Research of Informatics (INNOVATICS)*, 3(2), 39-46. <https://doi.org/10.37058/innovatics.v3i2.3093>
- [19] Shin, M. C., Kang, M. S., Park, R., Chae, S. Y., Han, D. W., & Hong, S. W. (2021). Differential cellular interactions and responses to ultrathin micropatterned graphene oxide arrays with or without ordered in turn RGD peptide films. *Applied Surface Science*, 561, 150115.5. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.150115>
- [20] Kim, I. H., Liu, Y. H., Pallister, S., Pol, W., Robert, S., & Lee, E. (2022). Fault-tolerant resource estimate for quantum chemical simulations: Case study on Li-ion battery electrolyte

- molecules. *Physical Review Research*, 4(2), 023019. <https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.4.023019>
- [21] Downes, D. J., Beagrie, R. A., Gosden, M. E., Telenius, J., Carpenter, S. J., Nussbaum, L., ... & Hughes, J. R. (2021). High-resolution targeted 3C interrogation of cis-regulatory element organization at genome-wide scale. *Nature communications*, 12(1), 1-15. <https://www.nature.com/articles/s41467-020-20809-6>
- [22] Yang, D., Peng, B., Al-Huda, Z., Malik, A., & Zhai, D. (2022). An overview of edge and object contour detection. *Neurocomputing*, 488, 470-493. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.02.079>
- [23] Srujana, P., Priyanka, J., Patnaikuni, V. S., & Vejedla, N. (2021, April). Edge Detection with different Parameters in Digital Image Processing using GUI. In 2021 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC) (pp. 795-802). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCMC51019.2021.9418327>
- [24] Shah, B. K., Kedia, V., Raut, R., Ansari, S., & Shroff, A. (2020). Evaluation and Comparative Study of Edge Detection Techniques. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 22(5), 6-15. <https://doi.org/10.9790/0661-2205030615>
- [25] Raharja, A. E., Navastara, D. A., & Hidayati, S. C. (2021). Koreksi Kemiringan Citra Menggunakan Planar Homography Untuk Pengenalan Pelat Nomor Kendaraan. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), A360-A365. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.71467>
- [26] Downey-Wall, A. M., Cameron, L. P., Ford, B. M., McNally, E. M., Venkataraman, Y. R., Robert, S. B., ... & Lotterhos, K. E. (2020). Ocean acidification induces subtle shifts in gene expression and DNA methylation in mantle tissue of the Eastern oyster (*Crassostrea virginica*). *Frontiers in Marine Science*, 7, 566419. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.566419>
- [27] Al-Musawi, A. K., Anayi, F., & Packianather, M. (2020). Three-phase induction motor fault detection based on thermal image segmentation. *Infrared Physics & Technology*, 104, 103140. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2019.103140>
- [28] Kumawat, A., & Panda, S. (2021). A robust edge detection algorithm based on feature-based image registration (FBIR) using improved canny with fuzzy logic (ICWFL). *The Visual Computer*, 38, 3681-3702. <https://doi.org/10.1007/s00371-021-02196-1>