

Pengaplikasian Teknik Image Processing untuk Menyelesaikan Permainan Spot the Difference

Jonathan Richard Sugandhi (13519128)
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung
E-mail (gmail): jonathanrichard466@gmail.com

Abstrak—*Spot the Difference* adalah sebuah permainan *puzzle* klasik yang sangat mudah untuk dimainkan. Pemain akan diberikan 2 buah citra serupa namun memiliki sedikit perbedaan. Perbedaan inilah yang akan dicari oleh pemain. Untuk menyelesaikan permainan ini menggunakan teknik pemrosesan citra, terdapat 2 tahapan utama yang harus diselesaikan. Tahapan pertama adalah pengaplikasian operasi pengurangan pada kedua citra. Tahapan kedua adalah pencarian representasi kontur sederhana sebagai pemerjelas perbedaan pada kedua citra.

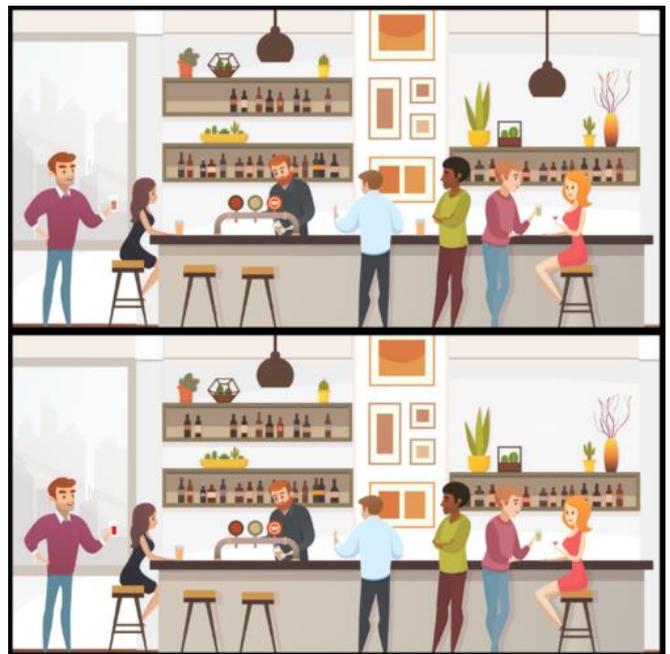
Keywords—*image processing; operasi pengurangan citra; kontur; spot the difference*

I. PENDAHULUAN

Permainan adalah sebuah karya yang dibuat dengan tujuan memberikan rasa senang, mengisi waktu luang, dan rekreasi. Terdapat banyak sekali macam permainan, salah satu jenis yang paling terkenal adalah permainan *puzzle*. Permainan *puzzle* adalah permainan yang memerlukan keterampilan mata dan juga konsentrasi yang tinggi. Kebutuhan akan konsentrasi inilah yang lalu menjadikan permainan *puzzle* sebagai salah satu permainan yang memiliki dampak paling positif.

Permainan *spot the difference* adalah sebuah permainan *puzzle* klasik yang sederhana. Permainan ini melibatkan 2 buah citra yang sangat mirip secara visual namun memiliki perbedaan kecil bila dilihat lebih detail. Perbedaan-perbedaan inilah yang akan dicari oleh pemain

Dalam permainan *spot the difference*, terdapat 3 perbedaan yang biasanya digunakan. Perbedaan yang pertama adalah perbedaan warna. Perbedaan yang kedua adalah perbedaan objek. Perbedaan yang ketiga adalah penghilangan suatu objek. Ketiga perbedaan ini akan memberikan perbedaan yang jelas pada nilai pixel gambar, dengan begitu teknik pemrosesan citra akan dapat diaplikasikan pada permainan ini.



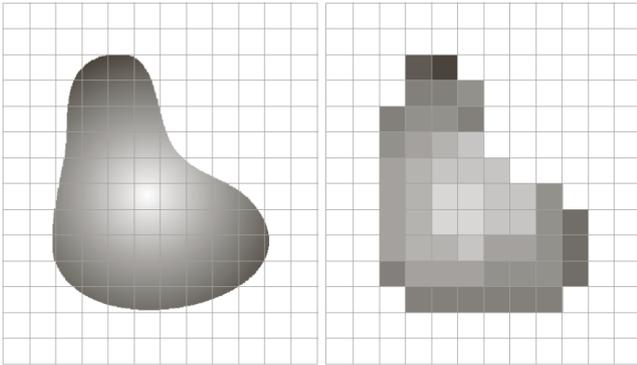
Gambar I.1. Permainan *spot the difference*

Pada makalah ini akan diaplikasikan teknik pemrosesan citra untuk menghasilkan solusi dari permainan *spot the difference*. Masukan dari sistem adalah 2 buah citra dari permainan *spot the difference*. Masukan ini haruslah berupa citra dengan resolusi yang sama. Keluaran dari sistem adalah jumlah perbedaan dari gambar dan 2 citra yang sudah diperjelas perbedaannya.

II. LANDASAN TEORI

A. Citra Digital

Citra didefinisikan sebagai serangkaian sinyal cahaya 2 dimensi yang secara kontinu ditangkap oleh sistem visual manusia. Dalam bentuk digital, citra direpresentasikan dalam serangkaian nilai numerik melalui proses *sampling* dan kuantisasi.



Gambar II.1. Perbandingan citra alami dengan citra digital hasil *sampling* dan kuantisasi

Berbeda dengan citra digital, citra alami tidak memiliki batasan resolusi. Oleh karena itu dalam melakukan penyimpanan citra alami ke dalam citra digital, perlu dilakukan sebuah proses tambahan yang dinamakan *sampling*. *Sampling* adalah proses pengambilan sampel dari sinyal citra agar dapat dipetakan sesuai resolusi tertentu. Semakin besar resolusi yang digunakan, semakin baik pula kualitas citra yang dihasilkan.

Selain *sampling*, perlu juga dilakukan proses kuantisasi. Kuantisasi adalah proses diskritisasi intensitas sinyal dari objek ke dalam bentuk bilangan bulat positif. *Range* dari hasil diskritisasi sinyal ini dipengaruhi oleh jumlah bit yang merepresentasikan setiap pixel pada citra.

B. Operasi Dasar Pengolahan Citra

Berdasarkan level komputasinya, operasi pada pengolahan citra dapat dikelompokkan ke dalam 4 aras komputasi. Keempat aras tersebut adalah aras titik, aras lokal, aras global, dan aras objek. Berikut ini penjelasan singkat dari masing-masing aras komputasi tersebut:

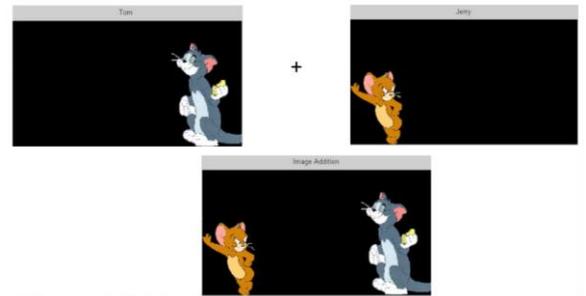
1. Aras titik
Operasi pada aras titik dilakukan per pixel dalam citra digital. Dengan demikian, nilai pixel lain tidak akan mempengaruhi perubahan pada pixel lainnya. Contoh dari operasi pada aras titik adalah operasi pengembangan, pembentukan citra negatif, dan pencerahan citra.
2. Aras lokal
Operasi pada aras lokal yang dilakukan pada pixel tertentu dipengaruhi oleh pixel tetangganya. Operasi aras lokal ini biasanya dilakukan dengan operasi konvolusi. Contoh dari operasi aras lokal adalah operasi pelembutan.
3. Aras global
Operasi pada aras global yang dilakukan pada pixel tertentu dipengaruhi oleh keseluruhan nilai pixel pada citra. Contoh dari operasi pada aras global adalah perataan histogram.
4. Aras objek
Operasi pada aras objek seperti namanya hanya dilakukan pada objek tertentu dalam citra. Operasi ini

adalah operasi yang paling kompleks dibandingkan operasi lainnya, sehingga dalam aplikasinya membutuhkan beberapa tahapan seperti segmentasi objek.

Citra digital disimpan dalam bentuk rangkaian nilai numerik. Hal ini menyebabkan beberapa operasi-operasi aritmetika berlaku pada citra digital. Berikut ini adalah beberapa operasi aritmetika yang dapat dilakukan pada citra digital:

1. Penjumlahan citra

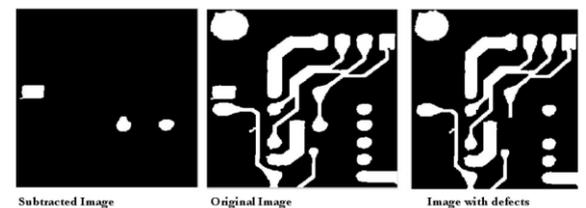
Penjumlahan citra adalah operasi penjumlahan per pixel citra yang saling bersesuaian dari citra yang satu ke citra lainnya. Untuk melakukan operasi penjumlahan citra, kedua gambar yang menjadi masukkan harus memiliki resolusi yang sama. Terdapat banyak aplikasi dalam penjumlahan citra, salah satunya adalah untuk melakukan penambahan objek kepada citra.



Gambar II.2. Aplikasi operasi penjumlahan citra

2. Pengurangan citra

Serupa dengan penjumlahan citra, operasi pengurangan citra dilakukan dengan melakukan operasi pengurangan pada setiap pixel yang bersesuaian dari citra yang satu ke citra yang lainnya. Tujuan utama dari operasi pengurangan citra ini adalah melihat perbedaan antara dua buah citra.



Gambar II.3. Aplikasi operasi pengurangan citra

3. Perkalian citra

Serupa dengan operasi sebelumnya, operasi perkalian citra dilakukan dengan melakukan operasi perkalian pada setiap pixel yang bersesuaian dari citra yang satu ke citra yang lainnya. Salah satu aplikasi dari operasi perkalian citra ini adalah segmentasi objek yang dilakukan dengan mengalikan citra dengan *mask* biner yang menunjukkan posisi objek.

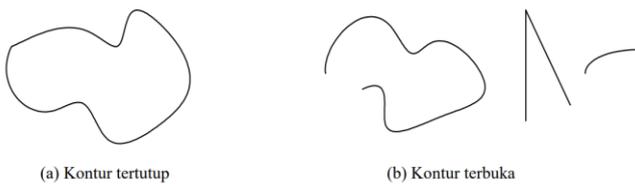
III. DESKRIPSI SOLUSI

4. Operasi dengan skalar

Citra digital juga dapat dioperasikan dengan nilai skalar. Operasi yang dapat dilakukan meliputi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Beberapa contoh aplikasi dari operasi dengan skalar ini adalah penerangan citra dan penggelapan citra.

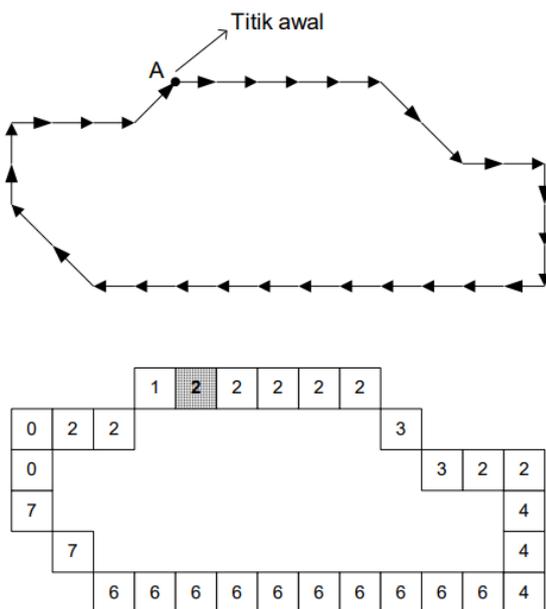
C. Kontur

Kontur dapat didefinisikan sebagai rangkaian nilai yang merepresentasikan batasan daerah dari objek tertentu. Secara umum, kontur dapat dibedakan menjadi 2 yaitu kontur terbuka dan kontur tertutup. Kontur terbuka adalah kontur yang tidak membentuk sirkuit sedangkan kontur tertutup adalah kontur yang membentuk sirkuit.



(a) Kontur tertutup (b) Kontur terbuka
Gambar II.4. Contoh kontur tertutup dan kontur terbuka

Terdapat bermacam-macam cara untuk merepresentasikan kontur. Salah satu representasi yang terkenal adalah kode rantai. Dalam melakukan pembentukan kode rantai, diambil salah satu ujung dari kontur terbuka atau salah satu pixel pada kontur tertutup, setelah itu dilakukan pencatatan arah dari pixel kontur tetangga sesuai dengan arah jarum jam.



Gambar II.5. Contoh pembentukan kode rantai

Dalam mencari solusi dari permainan *spot the difference*, akan didefinisikan 4 tahapan. Tahapan pertama adalah tahapan *preprocessing* sederhana pada kedua citra masukan. Tahapan kedua adalah pencarian perbedaan dengan melakukan operasi pengurangan citra untuk menemukan perbedaan antar kedua citra. Tahapan ketiga adalah penentuan kontur dari perbedaan antar kedua citra. Tahapan terakhir adalah tahap penjelasan perbedaan. Tahapan ini dilakukan melalui pendeteksian kontur dan pembentukan *bounding rectangle*.

A. Tahap *Preprocessing*

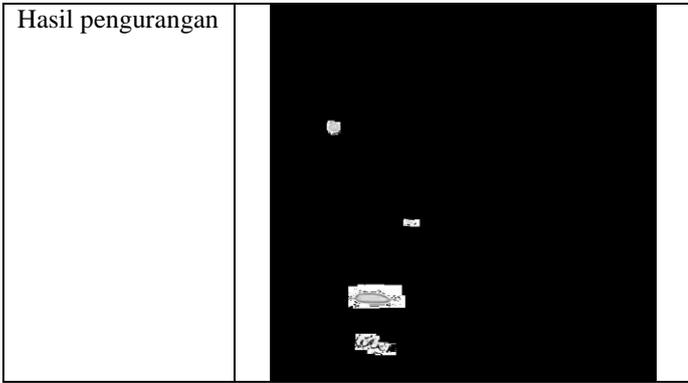
Preprocessing yang diimplementasikan adalah penghilangan *border* berwarna hitam dari citra. Penghilangan *border* ini diharapkan dapat membentuk 2 citra yang memiliki resolusi yang sama. Meski demikian, perlu diingat bahwa tahapan *preprocessing* ini tidak akan bekerja pada seluruh model citra.

B. Tahap Pencarian Perbedaan

UPencarian dilakukan dengan melakukan operasi pengurangan citra pada kedua citra masukan. Operasi pengurangan ini dilakukan untuk mendapatkan perbedaan dari kedua citra. Setelah didapatkan perbedaan, langkah selanjutnya adalah melakukan reduksi kanal dari perbedaan citra ke bentuk *grayscale*. Hal ini dilakukan untuk menyederhanakan proses pencarian kontur pada tahapan selanjutnya.

Berikut ini contoh hasil dari operasi pengurangan citra yang dilakukan pada tahapan ini:

Citra pertama	
Citra kedua	

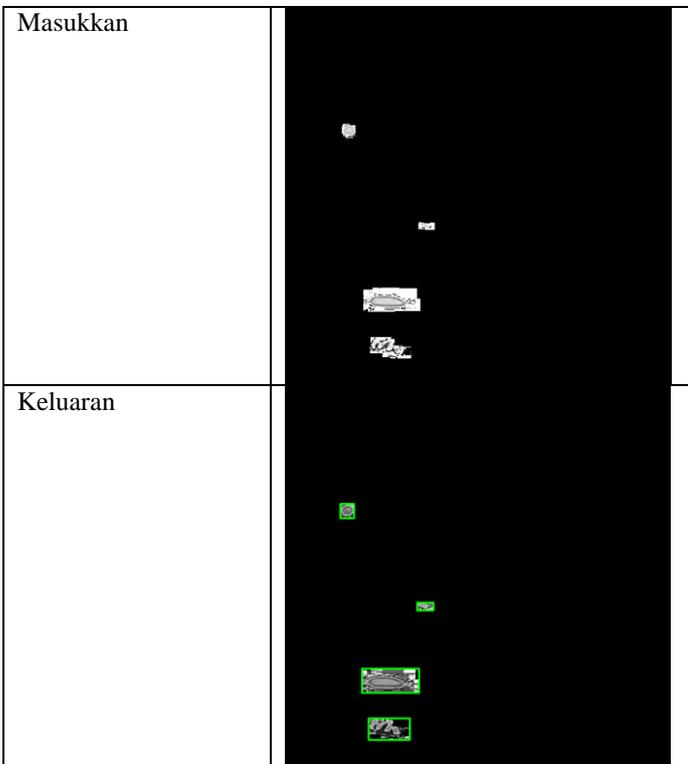


Gambar III.1. Hasil penjelasan perbedaan pada citra masukan

C. Tahap Penentuan Kontur Perbedaan

Tahapan ini dimulai dengan pendeteksian kontur pada citra perbedaan. Kontur yang akan diambil pada tahapan ini hanyalah kontur eksternal. Hal ini dilakukan dengan alasan perbedaan pada kedua citra sudah dapat diwakilkan pada kontur eksternal. Pencarian kontur juga akan dilakukan dengan aproksimasi sederhana, sehingga setiap kontur hanya akan direpresentasikan dengan 4 titik saja.

Berikut ini contoh hasil dari tahapan penjelasan perbedaan:

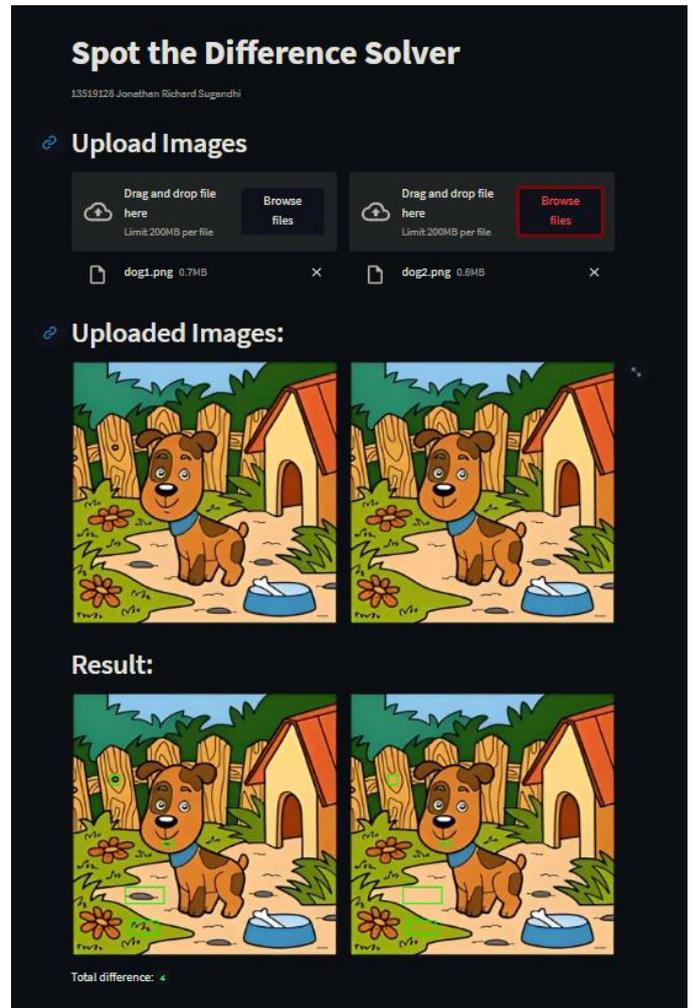


D. Tahap Penjelasan Perbedaan

Pada tahapan ini, representasi kontur yang didapat pada tahapan sebelumnya digunakan diletakkan pada kedua citra mula-mula. Pada tahapan ini, sudah terbentuk solusi dari permainan *spot the difference*. Berikut ini contoh citra hasil dari tahapan ini:

IV. HASIL DAN ANALISIS

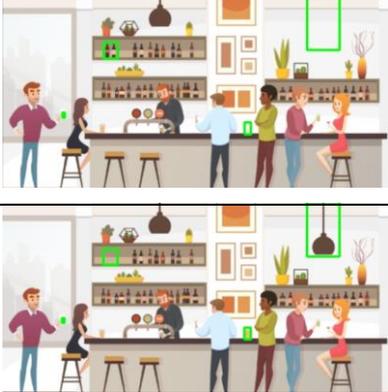
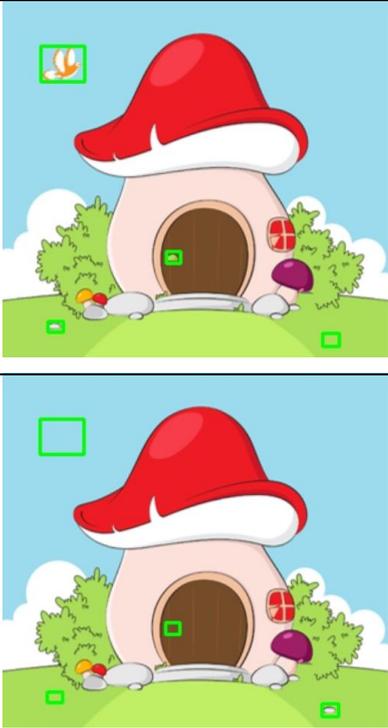
Untuk mempermudah pengujian, telah dibuat sebuah aplikasi sederhana dengan *graphical user interface* menggunakan *library* streamlit. Berikut adalah *screenshot* tampilan dari aplikasi yang telah diimplementasikan:

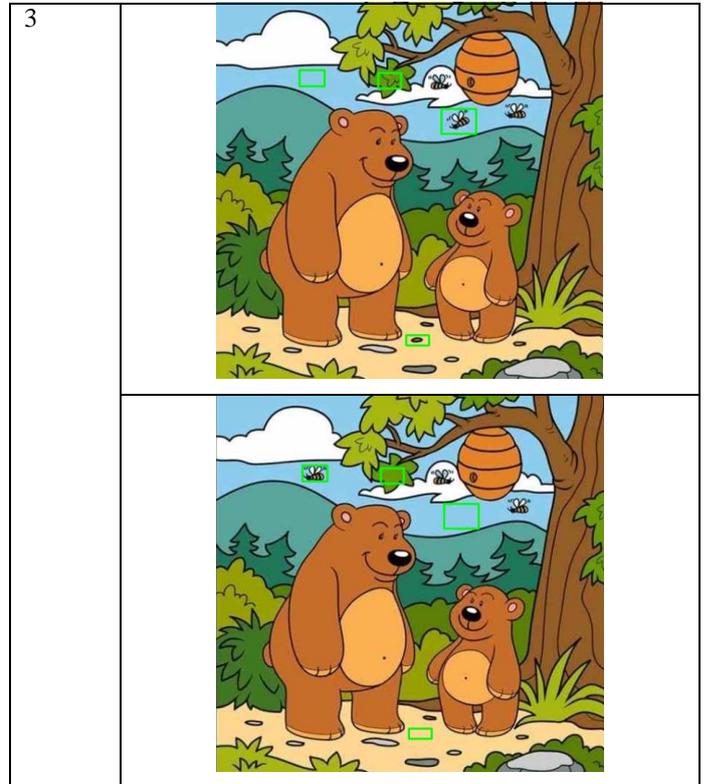


Gambar IV.1. Screenshot aplikasi “spot the difference solver”

Dengan menggunakan aplikasi yang dibuat, berikut ini adalah beberapa contoh hasil pencarian perbedaan pada permainan *spot the difference*:

TABEL I. HASIL PENCARIAN PERBEDAAN PADA PERMAINAN SPOT THE DIFFERENCE

No	Hasil
1	
2	



Dapat dilihat bahwa aplikasi mampu mendeteksi perbedaan pada permainan ini dengan baik. Hal ini dapat terjadi karena citra yang digunakan dalam contoh memiliki resolusi yang sama. Bila diberikan masukkan dengan resolusi yang tidak sama, aplikasi akan memberikan pesan *error*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Sebuah aplikasi untuk menyelesaikan permainan *spot the difference* berhasil dikembangkan menggunakan teknik-teknik pengolahan citra. Meski demikian masih terdapat banyak sekali kekurangan dalam program kali ini, yaitu belum dapat menangani citra dengan resolusi yang berbeda. Selain itu, nilai pixel dari kedua citra juga harus sama kecuali pada bagian-bagian tertentu yang menjadi perbedaan. Syarat ini cukup sulit dipenuhi karena dalam pembentukannya, seringkali citra ini mengalami proses *lossy compression*.

Untuk menyelesaikan masalah ini dengan lebih baik, dapat digunakan teknologi *edge detection* dan *convolutional neural network*. Dengan menggunakan teknologi ini, sangat dimungkinkan program dapat menangani masukkan yang memiliki perbedaan resolusi maupun citra yang mengalami *lossy compression*.

PRANALA TERKAIT

Implementasi solusi secara lengkap dapat dilihat pada pranala berikut:
https://github.com/jonathanrichard13/13519128_Spot-the-Difference

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah dengan baik dan tepat waktu. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, MT selaku dosen pengampu mata kuliah Interpretasi dan Pengolahan Citra. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada orangtua dan keluarga yang sudah menyediakan berbagai macam kebutuhan sehingga tugas makalah ini dapat terselesaikan dengan baik.

REFERENCES

- [1] Munir, Rinaldi. "Pembentukan Citra dan Digitalisasi Citra" [Online] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2022-2023/03-Pembentukan-Citra-dan-Digitalisasi-Citra-2022.pdf> (Diakses pada 18 Desember 2022)
- [2] Munir, Rinaldi. "Operasi-operasi Dasar Pengolahan Citra" [Online] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2020-2021/05-Operasi-dasar-pengolahan-citra-2021.pdf> (Diakses pada 18 Desember 2022)

- [3] Munir, Rinaldi. "Kontur" [Online] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2021-2022/21-Kontur-2021.pdf> (Diakses pada 19 Desember 2022)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 19 Desember 2022



Jonathan Richard Sugandhi
13519128