

# *Restorasi pada Citra Kartu yang Mengalami Distorsi Perspektif*

Gloryanson Ginting (13516060)  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung  
E-mail: gloryansonginting@gmail.com

**Abstrak**—Citra kartu sangat sering mengalami distorsi, khususnya distorsi perspektif. Distorsi ini disebabkan kesalahan posisi atau sudut saat pengambilan citra atau kesalahan posisi-posisi kartu. Distorsi perspektif dapat direstorasi dengan menggunakan teknik interpretasi dan pengolahan citra pada Matlab. Dalam makalah ini akan diimplementasikan salah satu cara untuk memperbaiki citra kartu yang mengalami distorsi perspektif.

**Kata kunci**—distorsi perspektif, kartu, restorasi.

## I. PENDAHULUAN

Saat ini kebanyakan orang yang memiliki akses terhadap internet sudah lebih sering menggunakan aplikasi-aplikasi online untuk melakukan berbagai hal. Mulai dari berbelanja di toko online, mengisi token listrik atau membayar pulsa, memesan tiket pesawat atau bus, memesan hotel, dan sebagainya.

Untuk melakukan berbagai kegiatan tersebut, tentunya pengguna aplikasi memerlukan uang digital yang disimpan pada suatu layanan tertentu. Di dalam layanan penyimpanan uang digital tersebut, pengguna pada suatu saat tertentu pasti akan diminta untuk melakukan pengambilan gambar terhadap suatu kartu kredit atau kartu identitas, baik pada saat pendaftaran akun atau peningkatan status pengguna akun. Selain kebutuhan untuk transaksi online, orang juga terkadang perlu mengambil gambar kartu identitas untuk keperluan tertentu, seperti pendaftaran vaksinasi Covid-19.

Dalam pengambilan gambar kartu, sangat jarang kasusnya citra yang diambil membentuk persegi panjang/persegi yang sempurna. Umumnya citra yang diperoleh mengalami sedikit distorsi perspektif yang hampir tidak terdeteksi oleh mata manusia, sampai distorsi yang sangat tinggi hingga menyebabkan beberapa tulisan pada kartu tidak terlihat dengan jelas.

Distorsi perspektif pada citra kartu ini memungkinkan sistem aplikasi yang digunakan tidak dapat membaca sebagian informasi dari kartu tersebut. Kesalahan informasi yang diperoleh sistem aplikasi mungkin sedikit, namun umumnya seluruh informasi pada kartu merupakan informasi yang sangat penting.

Pada makalah ini, diimplementasikan salah satu teknik untuk memulihkan citra kartu yang mengalami distorsi perspektif menggunakan interpretasi dan pengolahan citra. Teknik yang digunakan terdiri atas beberapa proses, di antaranya proses perubahan citra berwarna menjadi citra biner (hitam putih), proses pendeteksian sudut-sudut kartu yang terdistorsi, dan proses transformasi citra menjadi persegi empat yang lebih akurat.

## II. STUDI LITERATUR

### A. Citra

Citra sering disebut juga gambar pada bidang dwimatra. Citra adalah sinyal dwimatra yang bersifat menerus (kontinu) yang dapat diamati oleh sistem visual manusia. Secara matematis, citra adalah fungsi dwimatra yang menyatakan intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Citra sebagai luaran dari suatu sistem perekaman sinyal dapat bersifat optik, seperti foto, analog, seperti gambar pada monitor televisi, dan digital, yang dapat langsung disimpan pada kumparan atau pita magnetik.

Citra digital adalah representasi citra kontinu melalui pengambilan sampel secara ruang dan waktu. Pengambilan sampel secara ruang dilakukan berdasarkan koordinat sinyal  $(x,y)$ , sedangkan Pengambilan sampel secara ruang dan waktu dilakukan pada deretan frame video digital.

Citra digital direpresentasikan sebagai matriks berukuran  $M \times N$

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

dimana  $M \times N$  menyatakan resolusi citra dan setiap elemen matriks menyatakan sebuah element piksel pada citra.

## B. Distorsi Perspektif

Distorsi perspektif mengacu pada fenomena persepsi ruang yang memainkan peran penting dalam fotografi. Jika distorsi perspektif tidak dikontrol, *converging lines* (garis konvergen) dapat terjadi, khususnya pada gambar arsitektur. Foto yang dihasilkan mungkin mengakibatkan kesalahan seperti bagian muka bangunan menjadi miring ke belakang. Dengan demikian, bagian jalan atau rumah yang difoto dari jarak dekat mungkin tampak lebih kecil atau miring.

Dalam fotografi dan sinematografi, distorsi perspektif adalah pelengkungan atau transformasi objek dan area sekitarnya yang berbeda secara signifikan dari tampilan objek dengan panjang fokus normal, karena skala relatif dari fitur yang dekat dan jauh. Distorsi perspektif ditentukan oleh jarak relatif di mana gambar ditangkap dan dilihat, dan karena sudut pandang gambar saat ditangkap lebih lebar atau lebih sempit daripada sudut pandang di mana gambar dilihat, maka jarak relatif tampak berbeda dari apa yang diharapkan.

Distorsi perspektif dipengaruhi oleh hubungan antara dua faktor: sudut pandang saat gambar ditangkap oleh kamera dan sudut pandang saat foto subjek ditampilkan atau dilihat.

### 1. Sudut pandang saat gambar ditangkap

Apabila foto dilihat pada jarak pandang biasa, sudut pandang pengambilan gambar sepenuhnya memperhitungkan munculnya distorsi perspektif. Asumsi umum bahwa foto "*undoctored*" tidak dapat mendistorsi pemandangan adalah salah. Distorsi perspektif terutama terlihat pada potret yang diambil dengan lensa sudut lebar pada jarak kamera-ke-subjek yang pendek. Mereka umumnya memberikan kesan yang kurang baik, membuat hidung tampak terlalu besar jika dibandingkan dengan bagian wajah lainnya, dan mendistorsi ekspresi wajah. Membingkai subjek yang sama secara identik saat menggunakan telefoto sedang atau lensa fokus panjang (dengan sudut pandang sempit) meratakan gambar ke perspektif yang lebih bagus. Karena alasan inilah, untuk kamera 35 mm, lensa dengan panjang fokus dari sekitar 85 hingga 135 mm biasanya dianggap sebagai lensa potret yang baik. Namun tidak ada bedanya, apakah foto itu diambil secara lanskap atau potret. Lensa 50 mm cocok untuk memotret orang dengan orientasi lanskap. Sebaliknya, menggunakan lensa dengan panjang fokus yang jauh lebih panjang untuk potret menghasilkan perataan fitur wajah yang lebih ekstrem, yang mungkin juga tidak disukai pengamat gambar.

### 2. Jarak pandang fotografi

Foto biasanya dilihat pada jarak yang kira-kira sama dengan diagonalnya. Jika dilihat pada jarak ini, efek distorsi yang diciptakan oleh sudut pandang tangkapan terlihat jelas. Namun, secara teoritis, jika seseorang melihat gambar yang menunjukkan distorsi ekstensi (sudut lebar) pada jarak yang lebih dekat, sehingga memperlebar sudut pandang presentasi, maka fenomena tersebut mereda. Demikian pula, melihat gambar yang memperlihatkan distorsi kompresi (telefoto) dari jarak yang lebih jauh, sehingga mempersempit sudut pandang presentasi, mengurangi

efeknya. Dalam kedua kasus, pada jarak kritis, distorsi yang tampak menghilang sepenuhnya.

## C. Pengambangan Otsu

Metode pengambangan dengan pendekatan Otsu memproses histogram citra, melakukan segmentasi objek dengan meminimalkan varians pada masing-masing kelas. Biasanya, teknik ini memberikan hasil yang sesuai untuk citra *bimodal* yang memiliki dua nilai keabuan yang dominan. Histogram dari gambar tersebut berisi dua puncak yang diekspresikan dengan jelas, yang mewakili rentang nilai intensitas yang berbeda.

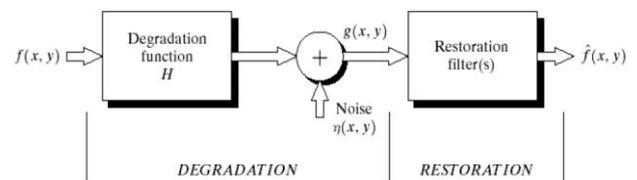
Ide utama dari metode Otsu adalah memisahkan histogram citra menjadi dua kelompok dengan ambang batas yang ditentukan sebagai hasil dari minimalisasi varian berbobot dari kelas-kelas ini. Seperti yang ditunjukkan dalam makalah Otsu sebenarnya terdapat dua pilihan untuk menemukan ambang batas. Yang pertama adalah meminimalkan varian dalam kelas dan yang kedua adalah memaksimalkan varian antar kelas

Algoritma umum untuk pilihan memaksimalkan varians antar kelas dapat direpresentasikan dengan cara berikut:

1. Menghitung probabilitas histogram dan tingkat intensitas.
2. Menginisialisasi nilai probabilitas dan rata-rata awal.
3. Mengiterasi kemungkinan-kemungkinan nilai ambang, yang di dalamnya memperbaharui nilai dari probabilitas dan rata-rata dari kelas yang diiterasi, lalu menghitung varians antar kelas.
4. Memilih nilai ambang final yang merupakan nilai maksimum dari nilai-nilai ambang yang sudah diperoleh.

## D. Restorasi Citra

Distorsi pada citra timbul selama proses akuisisi citra dan/ atau selama transmisi citra. Faktor-faktor penyebab distorsi pada citra terdiri atas degradasi citra akibat kondisi lingkungan selama proses transmisi citra, derau pada citra akibat kualitas penangkapan sinyal pada peralatan sensor, efek kabur pada citra diakibatkan oleh sensor, dan distorsi geometrik.

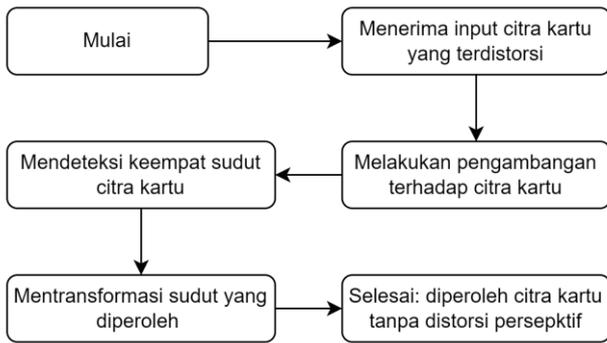


Gambar 1. Bagan proses restorasi citra terdegradasi

Restorasi citra bertujuan untuk merekonstruksi kembali citra yang mengalami distorsi atau degradasi menjadi bentuk citra semula berdasarkan model yang ideal. Model diperoleh berdasarkan pengetahuan tentang penyebab citra mengalami distorsi. Citra hasil rekonstruksi sedapat mungkin menghasilkan citra yang mendekati citra semula. Jadi, citra hasil rekonstruksi merupakan estimasi citra semula.

### III. IMPLEMENTASI SOLUSI

Pada makalah ini teknik restorasi citra kartu yang mengalami distorsi perspektif diimplementasikan dalam Matlab. Berikut skema restorasi citra yang diimplementasikan terhadap citra terdistorsi.



Gambar 2. Skema restorasi citra kartu yang terdistorsi perspektif

#### A. Pengambangan Citra Kartu

Untuk mempermudah proses pendeteksian koordinat kartu, pertama-tama dilakukan pengambangan pada citra kartu. Metode pengambangan yang digunakan adalah metode pengambangan Otsu. Berikut ini tahapan pengambangan citra kartu dalam aplikasi Matlab.

```
%input citra
I = imread('ktm1.jpg');
%proses citra ke biner
I_gray = im2gray(I);
T = graythresh(I);
I_bw = imbinarize(I_gray, T);
```

Variabel I menyimpan piksel-piksel citra kartu yang mengalami distorsi perspektif. Pada makalah ini digunakan contoh citra Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) ITB.



Gambar 3. Citra KTM yang terdistorsi perspektif

Citra kartu terlebih dahulu dikonversi dari citra berwarna (RGB) menjadi citra abu-abu (grayscale). Kemudian dilakukan pengambangan Otsu dengan fungsi *built-in* yang tersedia di Matlab, yaitu fungsi *graythresh()*. Nilai yang diperoleh dari fungsi tersebut digunakan dalam fungsi *imbinarize()* sebagai nilai ambang untuk mengubah citra abu-abu menjadi citra biner/hitam putih. Berikut citra biner yang dihasilkan.

Setelah citra biner didapatkan, *blob* atau gumpalan-gumpalan citra lain yang tidak diinginkan di buang dengan kode berikut.

```
%mendeteksi blob terbesar(kartu)
I_mask = bwareaopen(imfill(imclose(
imclose(I_bw, strel('disk', 5)),
strel('line', 10, 0)), 'holes'), 2000);
I_mask = imclearborder(I_mask);
```

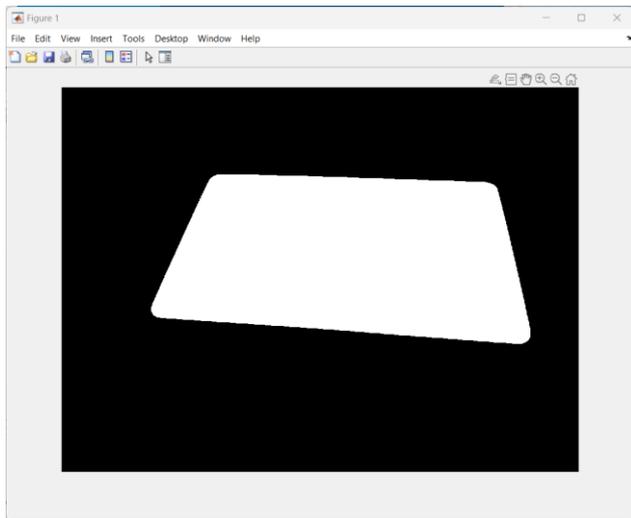
Fungsi *imclose* melakukan penutupan morfologi pada citra grayscale atau binary I. Pada contoh digunakan dua fungsi *imclose* dengan jenis yang berbeda, yaitu *disk* dan *line*. Dengan parameter *disk*, fungsi akan melakukan penutupan dengan struktur elemen lingkaran (*disk*) dengan parameter keduanya merupakan panjang jari-jari lingkarannya dalam satuan piksel. Dengan parameter *line*, fungsi akan melakukan penutupan dengan struktur element garis dengan parameter keduanya sebagai panjang garis dalam piksel dan parameter ketiganya sebagai arah garis dalam radius.

Fungsi *imfill* melakukan pengisian piksel. Pada makalah ini digunakan parameter *holes* sehingga fungsi akan mengisi semua “lubang” yang ada di citra biner. Lubang yang dimaksud adalah himpunan piksel-piksel yang tidak dapat dicapai dengan mengisi latar belakang dari tepi citra.

Fungsi *bwareaopen* membuang semua komponen terhubung (objek) yang memiliki piksel lebih sedikit daripada nilai yang ditentukan. Pada contoh di atas, semua blob/objek yang pikselnya lebih sedikit dari 2000 akan dibuang.\

Fungsi *imclearborder* menekan struktur pada citra yang lebih ringan dari lingkungannya dan yang terhubung ke batas citra. Fungsi ini digunakan untuk membersihkan bingkai citra kartu.

Dari eksekusi kode program di atas diperoleh citra kartu dalam bentuk biner dan tanpa derau yang tidak diinginkan.



Gambar 4. Citra biner KTM tanpa derau

### B. Mendeteksi koordinat kartu

Koordinat dari keempat sudut kartu dideteksi untuk kemudian digunakan dalam transformasi citra kartu menjadi bentuk segi empat yang tidak memiliki distorsi persektif. Berikut kode yang digunakan untuk mendeteksi koordinat sudut tersebut.

```
%deteksi keempat sudut
[y,x] = find(I_mask);
[~,loc] = min(y+x);
Corners = [x(loc),y(loc)];
[~,loc] = min(y-x);
Corners(2,:) = [x(loc),y(loc)];
[~,loc] = max(y+x);
Corners(3,:) = [x(loc),y(loc)];
[~,loc] = max(y-x);
Corners(4,:) = [x(loc),y(loc)];
Initial_points = Corners;
```

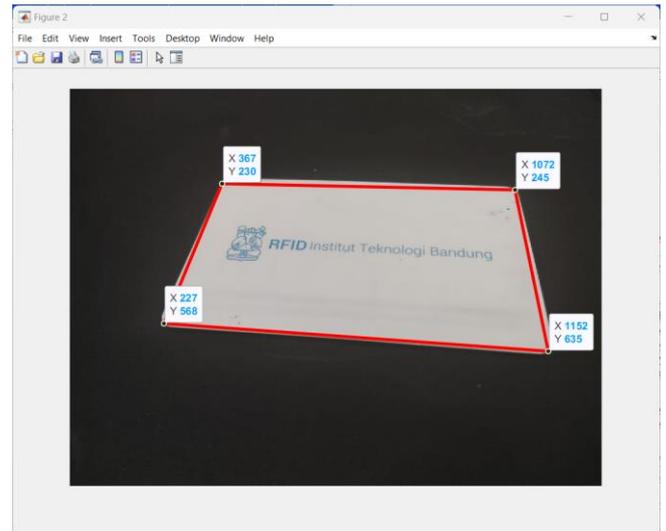
Pertama digunakan fungsi *find()* untuk memperoleh semua koordinat (y,x) yang bukan nol (bukan piksel hitam). Dari contoh citra KTM di atas diperoleh array x dan array y yang masing-masing ukurannya 318974.

Dari sejumlah titik yang diperoleh, akan dihitung secara manual indeks dari array x dan y yang akan menjadi koordinat sudut kartu. Indeks ini disimpan dalam variabel *loc*.

1. Sudut kiri atas, *loc* adalah nilai minimum dari  $y+x$
2. Sudut kanan atas, *loc* adalah nilai minimum dari  $y-x$
3. Sudut kanan bawah, *loc* adalah nilai maksimum dari  $y+x$
4. Sudut kiri bawah, *loc* adalah nilai maksimum dari  $y-x$

Koordinat sudut dari kartu adalah nilai x dan y pada indeks ke-*loc* yang diperoleh dari perhitungan masing-masing sudut.

Koordinat-koordinat ini dimasukkan ke dalam matriks berukuran  $4 \times 2$ . Dengan melakukan *plotting* dan menarik garis antar titik, diperoleh segi empat sembarang. Berikut segi empat yang diperoleh dari eksekusi kode program di atas.

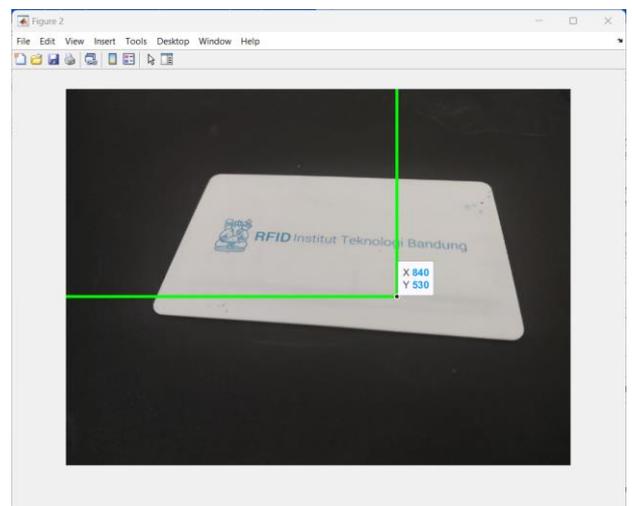


Gambar 5. Hasil deteksi koordinat sudut-sudut kartu

Dari gambar di atas, ditemukan penarikan garis lurus di antara koordinat titik sudut mengakibatkan adanya sebagian pinggiran citra kartu yang terpotong. Hal ini diakibatkan karena contoh citra kartu (KTM ITB) yang digunakan memiliki sudut yang agak melingkar (*rounded*).

### C. Transformasi citra kartu

Koordinat sudut-sudut yang sudah diperoleh akan digunakan sebagai *initial points* dari transformasi. Untuk *final points*-nya, diinisialisasi matriks berukuran sama yang diperoleh dengan cara mengestimasi ukuran citra kartu pada umumnya. Titik sudut yang dalam matriks *final points* yang akan menjadi konstanta untuk setiap kasus citra kartu terdiri atas (0,0), (840,0), (840,530), dan (0,530).



Gambar 6. Segi empat yang menjadi target transformasi citra

Setelah menginisialisasi *final points* dan mendapatkan *initial points*, dilakukan fungsi *fitgeotrans()* pada Matlab. Fungsi ini mentransformasikan *moving points (initial points)* ke dalam *fixed points (final points)* sesuai dengan tipe transformasi yang diinginkan (*projective*). Berikut kode programnya.

```
%transform(warp) img to rectangle
tform = fitgeotrans(Final_points,
Initial_points,'projective');
invtfom = invert(tform);
I_transformed = imwarp(I,invtfom);
```

Hasil dari fungsi *fitgeotrans()* adalah matriks berukuran 3x3. Matriks ini kemudian digunakan sebagai matriks transformasi dalam transformasi affine yang akan diterapkan pada koordinat kartu.

```
1.3034    -0.0429    0.0001
0.5399     2.0179    0.0009
-602.5328 -448.3602    0.7383
```

Dengan menerapkan matriks tersebut dalam fungsi *imwarp*, diperoleh citra kartu tanpa distorsi perspektif sebagai berikut.

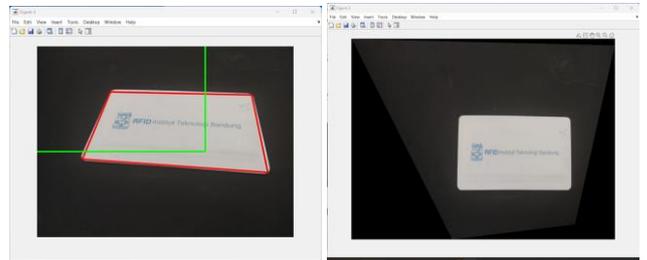


Gambar 7 dan 8. Citra kartu tanpa distorsi perpektif

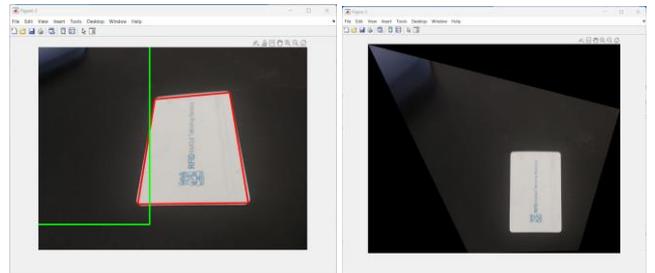
Terdapat dua kasus citra kartu terdistorsi yang mungkin menjadi masukan program, yaitu posisi kartu lanskap dan potret. Oleh karena itu, program juga akan melakukan pengecekan terhadap posisi citra dengan menghitung koordinat sudut-sudut kartu dengan kode berikut.

```
%initialize final points
height = max(Corners(:,2)) -
min(Corners(:,2));
width = max(Corners(:,1)) -
min(Corners(:,1));
if height > width
Final_points = [0 0; 530 0; 530 840;
0 840];
else
Final_points = [0 0; 840 0; 840 530;
0 530];
end
```

Posisi lanskap atau potret ditentukan dengan membandingkan tinggi dan lebar citra kartu. Tinggi kartu diperoleh dari selisih nilai maksimum dan nilai minimum y (ordinat kartu) dan lebar diperoleh dari selisih nilai maksimum dan nilai minimum x (absis kartu). Berikut hasil restorasi distorsi perspektif pada contoh citra kartu lanskap dan potret.



Gambar 9 dan 10. Proses restorasi citra kartu lanskap



Gambar 11 dan 12. Proses restorasi citra kartu potret

## KESIMPULAN

Restorasi citra dapat diterapkan pada citra kartu yang mengalami distorsi perspektif dengan cukup efektif. Metode ini akan sangat membantu meringankan pekerjaan sistem aplikasi dalam melakukan pendeteksian informasi-informasi penting di dalam kartu. Latar belakang dari citra kartu yang menjadi masukan program dapat mempengaruhi hasil dari pendeteksian titik koordinat kartu.

## PRANALA TERKAIT

Berikut ini tautan menuju repositori kode program restorasi citra yang mengalami distorsi perpektif yang diimplementasikan pada makalah ini: <https://github.com/gloryanson/Tugas-Makalah-Citra-2022-1>

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, makalah berjudul "Restorasi pada Citra Kartu yang Mengalami Distorsi Perspektif" ini dapat diselesaikan. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada Bapak Dr. Rinaldi Munir, S.T, M.T. yang terhormat, selaku dosen pengampu Mata Kuliah IF4073 Interpretasi dan Pengolahan Citra yang telah menyalurkan banyak ilmu selama proses perkuliahan berlangsung.

## REFERENSI

- [1] Murzova, Anastasia. 2020. "Otsu's Thresholding with OpenCV". Diakses pada 18 Desember 2022. <https://learnopencv.com/otsu-thresholding-with-opencv/>
- [2] Munir, Rinaldi. 2022. Restorasi Citra. Bandung: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/>
- [3] Munir, Rinaldi. 2022. Citra Biner. Bandung: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/>
- [4] Munir, Rinaldi. 2022. Segmentasi Citra. Bandung: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/>

## 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



Gloryanson Ginting  
NIM 13516060