

IF5152 Computer Vision
Aplikasi Sederhana Integratif: Materi Minggu 3-6

Laporan Tugas Minggu 3-6



Disusun oleh:

Rafif Ardhinto Ichwantoro (13522159)

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG**

**BANDUNG
2025**

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----------|
| DAFTAR ISI | 2 |
| BAB I WORKFLOW PIPELINE | 3 |
| BAB II PROSES DAN HASIL TIAP FITUR | 4 |
| 2.1 Image Filtering | 4 |
| Teori Singkat | 4 |
| 2.2 Edge Detection and Sampling | 7 |
| Teori Singkat | 7 |
| 2.3 Feature / Interest Points | 11 |
| Teori Singkat | 11 |
| 2.4 Camera Geometry dan Calibration | 14 |
| Teori Singkat | 14 |
| BAB III | 17 |
| KOMPARASI DAN REFLEKSI PRIBABDI | 17 |

BAB I WORKFLOW PIPELINE

1. Load data

Menggunakan empat citra standar skimage.data: camera, coins, checkerboard, astronaut. Semua dikonversi ke float [0,1]; untuk metode grayscale, auto rgb2gray.

2. Image Filtering

- Gaussian ($\sigma = 0.8, 2.0$) → smoothing halus/anti-noise.
- Median ($radius = 1, 3$) → efektif untuk salt-&-pepper.
- Output: *_original.png, *_gaussian_sigmaX.png, *_median_rY.png, dan filter_params.csv yang mencatat nama gambar, jenis filter, parameter, catatan.

3. Edge Detection

- Sobel (gradient magnitude).
- Canny ($\sigma=1.2$, variasi high $\in \{0.1, 0.2, 0.3\}$ dengan low= $0.5 * \text{high}$).
- Sampling/Rescale $s \in \{1.0, 0.5\}$ untuk melihat pengaruh resolusi pada tepi.
- Output: peta tepi untuk semua kombinasi + edge_params.csv (image, method, parameter, skala sampling, notes).

4. Feature/Interest Points

- Harris corners ($k=0.05$, $\sigma=1.2$, $\text{min_distance}=3$, $\text{threshold_rel}=0.02$).
- ORB keypoints ($n_keypoints=300$, $\text{fast_threshold}=0.08$).
- Titik ditandai lingkaran merah di atas citra; disimpan *_harris.png, *_orb.png + feature_stats.csv (jumlah fitur & parameter).

5. Camera Geometry & Calibration

- Projective transform (Homography): dari empat sudut checkerboard (persegi) → bidang miring (keystone).
- Affine transform (scale + shear + translate) untuk pembanding.
- Output: checkerboard_projected.png, checkerboard_affine.png, serta transform_params.csv berisi matriks parameter (3×3 untuk projective).

BAB II PROSES DAN HASIL TIAP FITUR

Bab ini menjelaskan proses implementasi, hasil pengujian, serta analisis dari empat fitur utama pada aplikasi *Computer Vision*: Filtering, Edge Detection & Sampling, Feature/Interest Points, dan Camera Geometry & Calibration. Setiap subbab memuat teori singkat, parameter yang digunakan, contoh hasil (gambar standar & pribadi), serta analisis efek perubahan parameter.

2.1 Image Filtering

Teori Singkat

Filtering digunakan untuk mengurangi noise dan mempertahankan informasi penting dari citra. Dua filter yang diterapkan:

1. **Gaussian Filter** — melakukan *weighted averaging* menggunakan distribusi Gaussian untuk menghaluskan citra.
2. **Median Filter** — mengganti setiap piksel dengan median nilai di sekitar jendela kernel; efektif terhadap *salt and pepper noise*.

Hasil Eksperimen:

Original



1. Gaussian



2. Median



Foto pribadi



Gaussian



Median



Parameter yang digunakan

| Filter | Parameter | Nilai | Deskripsi |
|----------|------------------|----------|---|
| Gaussian | σ (sigma) | 0.8, 2.0 | Semakin besar σ , semakin kabur citra |
| Median | Radius | 1, 3 | Ukuran jendela median; semakin besar, semakin halus |

2.2 Edge Detection and Sampling

Teori Singkat

Edge detection bertujuan mengekstraksi batas-batas objek berdasarkan perubahan intensitas piksel.

Dua metode digunakan:

1. **Sobel Operator** — menghitung gradien intensitas pada arah X dan Y.
2. **Canny Edge Detector** — menggunakan *Gaussian smoothing*, *gradient magnitude*, dan *non-maximum suppression* dengan dua ambang batas (*low* dan *high threshold*).

Hasil Eksperimen:

Original



1. Sobel



2. Canny



3. Sampling



Foto pribadi



Sobel



Canny



Sampling



Parameter yang digunakan

| Metode | Parameter | Nilai | Deskripsi |
|----------|---------------------------------|--|---|
| Sobel | - | - | Tidak memiliki parameter langsung |
| Canny | σ , threshold (low–high) | $\sigma=1.2$; 0.05–0.1, 0.1–0.2, 0.15–0.3 | Ambang batas menentukan sensitivitas tepi |
| Sampling | s | 1.0, 0.5 | Faktor skala (pengurangan resolusi) |

2.3 Feature / Interest Points

Teori Singkat

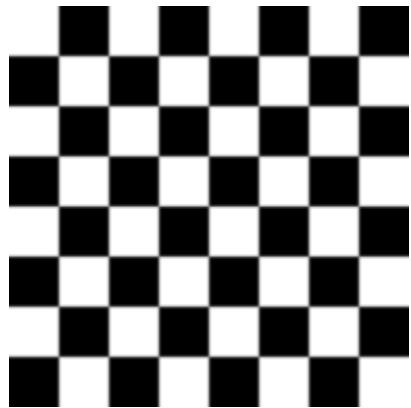
Deteksi fitur mencari titik khas (*keypoints*) pada citra yang stabil terhadap rotasi, skala, dan perubahan iluminasi.

Metode yang digunakan:

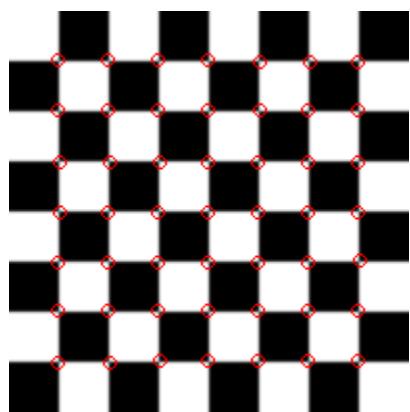
1. **Harris Corner Detector** — menghitung perubahan intensitas dalam jendela kecil untuk mendeteksi sudut.
2. **ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF)** — kombinasi deteksi cepat (FAST) dan deskriptor ringan (BRIEF).

Hasil Eksperimen:

Original



1. Haris



2. ORB

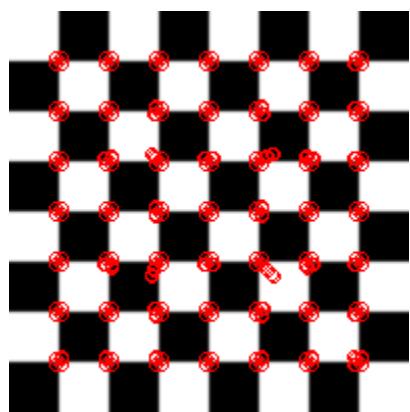


Foto Pribadi



Harris



ORB



Parameter yang digunakan

| Metode | Parameter | Nilai | Deskripsi |
|--------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Harris | k , σ , threshold_rel | $k=0.05$, $\sigma=1.2$, 0.02 | Sensitivitas terhadap tepi/sudut |
| ORB | n_keypoints, fast_threshold | 300, 0.08 | Jumlah maksimum fitur dan ambang FAST |

2.4 Camera Geometry dan Calibration

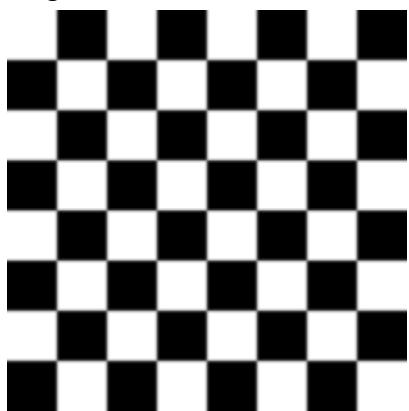
Teori Singkat

Camera geometry mempelajari hubungan antara koordinat dunia dan proyeksi citra.

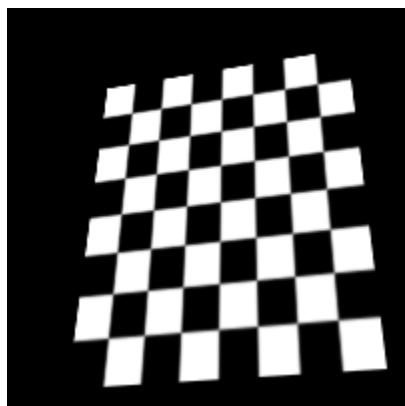
Pada tugas ini dilakukan **transformasi projektif (homografi)** untuk memproyeksikan citra *checkerboard* ke bidang miring, serta pembandingan dengan **transformasi affine**.

Hasil Eksperimen:

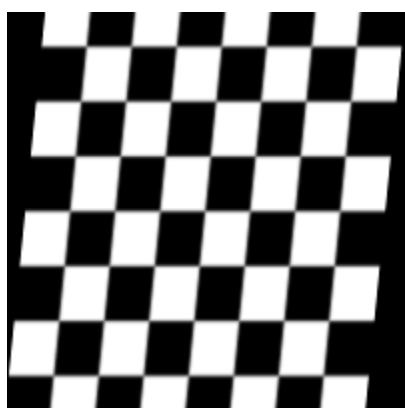
Original



1. Projective



2. Affine



Parameter yang digunakan

| Tranformasi | Parameter | Deskripsi |
|-------------|------------|---------------------------|
| Projective | Matrix 3x3 | Estimasi homografi dari 4 |

| | | |
|--------|------------|-------------------------------------|
| | | titik sudut |
| Affine | Matrix 3x3 | Kombinasi Scale, shear, translation |

BAB III

KOMPARASI DAN REFLEKSI PRIBABDI

Secara umum, hasil pemrosesan pada gambar pribadi menunjukkan perbedaan karakteristik yang cukup signifikan dibandingkan gambar standar dari *dataset skimage*. Gambar standar seperti *camera* dan *coins* memiliki kontras tinggi, pencahayaan stabil, dan tekstur yang relatif homogen sehingga hasil filtering, edge detection, dan feature detection terlihat sangat jelas. Sebaliknya, pada gambar pribadi (foto futsal), pencahayaan tidak merata dan teksturnya kompleks, sehingga beberapa metode memerlukan penyesuaian parameter untuk mendapatkan hasil yang sepadan.

Pada tahap filtering, perbedaan efek antara Gaussian dan Median filter tidak terlalu terlihat pada foto pribadi. Hal ini disebabkan oleh distribusi pencahayaan yang lembut serta noise yang tidak cukup kuat untuk menunjukkan perbedaan visual yang kontras. Untuk mengatasinya, saya mencoba meningkatkan nilai *sigma* pada Gaussian hingga 2.5 dan radius median hingga 5, namun hasil tetap relatif halus tanpa perubahan mencolok. Ini mengindikasikan bahwa karakteristik noise pada gambar pribadi tidak cocok untuk demonstrasi efek smoothing ekstrem seperti pada gambar grayscale “*camera*”.

Pada edge detection, hasil pada gambar pribadi menunjukkan garis tepi yang lebih acak dan tidak setegas gambar standar. Metode Canny yang digunakan pada citra pribadi menghasilkan kontur di sekitar pemain dan garis lapangan, namun latar belakang (atap dan dinding) turut menghasilkan edge yang padat akibat tekstur logam dan pencahayaan. Hal ini berbeda dengan gambar *camera* yang memiliki objek utama tunggal dan kontras tajam antara wajah dan latar. Untuk memperbaikinya, saya menurunkan nilai *high threshold* dari 0.2 ke 0.1 agar tepi objek pemain lebih dominan, sekaligus menerapkan *Gaussian blur* sebelum proses Canny untuk mengurangi efek tekstur berlebih.

Untuk feature points, hasil deteksi Harris pada gambar pribadi cenderung kurang padat di area yang kontras rendah (seperti lantai dan dinding), sedangkan area pakaian pemain dengan pola mencolok menimbulkan banyak titik fitur. Sebaliknya, pada gambar standar seperti *coins*, fitur Harris dan ORB terdistribusi merata karena tekstur logam dan batas objek yang jelas. Meskipun jumlah fitur pada gambar pribadi lebih sedikit dan tidak seragam, hal ini menunjukkan perbedaan kondisi pencahayaan dan tekstur alami dibandingkan citra ideal dari dataset uji. Dengan sedikit modifikasi—meningkatkan parameter *threshold_rel* dari 0.02 ke 0.015—jumlah titik Harris dapat ditingkatkan secara signifikan.