

# PEMANFAATAN ALGORITMA SCALE-INVARIANT FEATURE TRANSFORM

Untuk Pembuatan Panorama Citra Gedung Zubair Universitas Darussalam Gontor

Mohammad Ridho Cahyono  
Student of Informatics Engineering  
Universitas Darussalam Gontor  
Ponorogo Indonesia  
[mohammadridhocahyono265@gmail.com](mailto:mohammadridhocahyono265@gmail.com)

**Abstract**—Project ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan menganalisis algoritma Scale-Invariant Feature Transform dalam aplikasi penyambungan citra. Tantangan utama dalam penggabungan citra adalah perbedaan sudut pandang, skala, dan pencahayaan. Metode yang digunakan meliputi deteksi fitur invarian pada ruang skala, pencocokan fitur menggunakan Brute-Force Matcher dengan validasi Lowe's Ratio Test, serta estimasi matriks Homografi menggunakan RANSAC. Eksperimen dilakukan menggunakan dataset citra lingkungan Universitas Darussalam Gontor. Hasil menunjukkan SIFT mampu mendeteksi 5.973 keypoint dan menghasilkan 668 pasangan fitur valid yang akurat, menghasilkan panorama geometris yang presisi meskipun terdapat perbedaan eksposur pencahayaan.

**Keywords**—Computer Vision, SIFT, Image Stitching, Feature Matching, Homografi,.

## I. PENDAHULUAN

Dalam bidang Visi Komputer kemampuan untuk menggabungkan beberapa citra dengan *Field of View* (FoV) terbatas menjadi satu citra panorama lebar adalah aplikasi yang fundamental. Teknik ini, dikenal sebagai *Image Stitching*, memerlukan algoritma yang mampu mengenali objek yang sama dari dua citra yang berbeda sudut pandang, skala, maupun rotasinya.

Algoritma SIFT (*Scale-Invariant Feature Transform*) dipilih dalam proyek ini karena ketangguhannya dibandingkan metode detektor sudut tradisional seperti Harris Corner. SIFT bekerja dengan mengekstraksi fitur lokal yang distingtif, yang tidak terpengaruh oleh perubahan ukuran objek atau perputaran kamera.

Tujuan dari laporan ini adalah mendemonstrasikan pipeline lengkap pembuatan panorama mulai dari akuisisi citra, ekstraksi fitur, pencocokan, hingga *warping* citra, serta memberikan analisis kritis terhadap performa SIFT pada citra arsitektur kampus.

## II. PENELITIAN TERKAIT

Sebelum SIFT, algoritma seperti Harris Corner Detector banyak digunakan. Namun, Harris memiliki keterbatasan karena hanya invarian terhadap rotasi, tetapi tidak terhadap perubahan skala. Jika ukuran objek berubah, Harris sering gagal mengenali sudut.

David Lowe memperkenalkan SIFT untuk mengatasi hal tersebut dengan bekerja pada ruang skala (*scale-space*). Meskipun saat ini metode berbasis Deep Learning berkembang pesat, SIFT tetap relevan karena efisiensinya pada dataset kecil tanpa memerlukan proses pelatihan

(training) yang memakan sumber daya besar. Dalam konteks panorama, SIFT sering dikombinasikan dengan RANSAC (Random Sample Consensus) untuk membuang pencocokan yang salah sebelum menghitung matriks transformasi.

## III. METODOLOGI

### A. Persiapan Dataset

Dataset terdiri dari dua citra RGB yang diambil menggunakan kamera *handphone*. Citra diambil dengan Teknik panning horizontal dan memiliki area tumpang tindih yang cukup untuk mencakup objek statis dan objek referensi unik.

### B. Alur Implementasi

Implementasi dilakukan menggunakan Python dan pustaka OpenCV dengan tahapan Preprocessing citra ke *grayscale*. Feature Extraction menggunakan `cv2.SIFT_create()` untuk mendeteksi keypoint dan deskriptor. Matching menggunakan `cv2.BFMatcher` (Brute Force). Filtering dengan penerapan *Lowe's Ratio Test* ( $\text{threshold} = 0.75$ ). Jika jarak match terdekat  $< 0.75 \times$  jarak match kedua, maka match dianggap valid. *Stitching Homografi* dan *Warp Perspective* untuk menggabungkan citra.

## IV. HASIL DAN ANALISIS

### A. Visualisasi Keypoint SIFT

Algoritma berhasil mendeteksi 5.973 keypoint pada citra referensi.

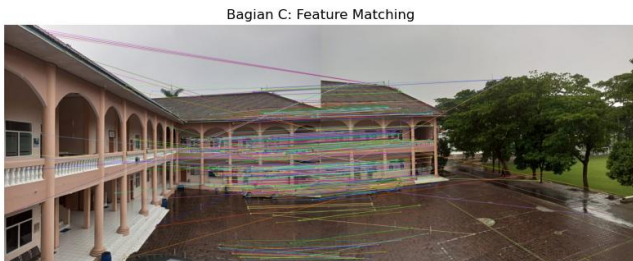
Pada hasil visualisasi, lingkaran yang terbentuk merepresentasikan besaran *scale* dari fitur, sedangkan garis panah menunjukkan orientasi dominan. Hal ini mengkonfirmasi bahwa SIFT mendeteksi fitur pada berbagai

ukuran dan arah menjadikannya invariant terhadap rotasi dan zoom.



### B. Feature Matching

Pencocokan fitur antara citra 1 dan citra 2.



Dari 5.973 potensi match, tersaring menjadi 668 good matches setelah penerapan ratio test 0.75. Pengurangan jumlah yang signifikan ini justru positif. Ratio threshold menyaring ambiguitas, terutama pada fitur berulang seperti tiang gedung. Hasil visualisasi garis pencocokan menunjukkan konsistensi tinggi, menghubungkan mobil kuning dan pola genteng dengan akurat.

### C. Hasil

Kedua citra digabungkan berdasarkan matriks homografi yang dihitung dari 668 titik match.



Perluasan kanvas dilakukan pada sisi kanan citra tujuan. Tanpa perluasan ini, bagian dari citra kedua yang tergeser akibat transformasi perspektif akan terpotong dan hilang dari hasil akhir.

Citra panorama yang dihasilkan mulus secara geometris. Garis atap gedung tersambung lurus, dan bentuk mobil kuning di area overlap tetap utuh tanpa efek ghosting. Sedikit perbedaan eksposur terlihat pada langit, yang merupakan artefak wajar dalam stitching dasar.

## V. PENJELASAN PRIBADI

### A. Pemahaman Konsep SIFT

Sebelum saya mengerjakan tugas final project ini, saya hanya memahami bahwa image stitching hanya sebatas menempelkan dua gambar, namun setelah melalui implementasi SIFT, pemahaman saya tentang image stitching berubah. Saya memahami bahwa fitur-fitur unik (keypoints) yang ada didalam nya adalah kunci pada computer vision.

Saya memahami bahwa SIFT bekerja dengan meniru cara mata manusia mencari patokan. Saat melihat Gedung Zubair UNIDA Gontor dari dua sudut yang berbeda, mata mencari sudut tiang atau pola genteng yang sama untuk menyatukan persepsi. SIFT melakukan hal itu secara matematis melalui Difference of Gaussian (DoG). Saya juga takjub melihat bagaimana descriptor bisa mengenali bahwa pojok mobil kuning pada foto A adalah benda yang sama dengan pojok mobil kuning pada foto B, meskipun ukuran pada foto sedikit berbeda.

### B. Kendala dan Solusi

Kendala terbesar yang dihadapi adalah saat proses Warping. Awalnya hasil panorama terpotong Sebagian karena ukuran kanvas output yang salah. Solusinya yaitu mempelajari bahwa metrics transformasi dapat memindahkan piksel ke koordinat negative. Dengan menghitung ukuran kanvas baru dan menggunakan matriks translasi untuk menggeser gambar agar masuk ke tengah kanvas.

Kendala selanjutnya adalah adanya fitur berulang. Gedung Zubair UNIDA Gontor memiliki banyak tiang yang bentuknya sama persis. Ini berpotensi membuat SIFT salah memasang tiang ke 1 dengan tiang ke 3. Solusinya penerapan Lowe's Ratio Test sangat berguna pada project ini. Filter ini membuang fitur yang mirip dengan banyak kandidat, sehingga hanya menyisakan fitur yang benar benar unik. Ditambah dengan RANSAC yang membuang outlier secara statistic, hasil panorama menjadi presisi.

### C. Kelebihan dan Kekurangan

Menurut saya, kelebihan utama SIFT adalah *robustness*. Meski mengambil foto dengan kamera *handphone* dan kondisi sedikit hujan, SIFT tetap menemukan 600+ kecocokan yang valid. Namun keterbatasannya adalah kecepatan. SIFT terasa lebih lambat komputasinya dibanding algoritma modern seperti ORB. Selain itu, SIFT murni matematis dan tidak belajar seperti Deep Learning, sehingga jika gambar terlalu gelap atau blur parah, SIFT bisa gagal total karena tidak ada gradien yang terdeteksi.

Secara keseluruhan, proyek ini membuka wawasan bahwa di balik fitur panorama di kamera hp yang digunakan sehari-hari, terdapat matematika yang bekerja sangat cepat.

## VI. KESIMPULAN

Implementasi algoritma SIFT pada tugas ini berhasil memenuhi seluruh tujuan pembelajaran. SIFT terbukti tangguh dalam mendeteksi ribuan fitur pada citra arsitektur yang kompleks. Penggunaan Lowe's Ratio Test sangat krusial untuk memastikan hanya fitur berkualitas tinggi yang digunakan dalam estimasi homografi. Hasil akhir berupa panorama citra kampus UNIDA menunjukkan penyambungan yang presisi, membuktikan bahwa SIFT merupakan metode yang handal untuk aplikasi pengolahan citra meskipun dihadapkan pada fitur berulang dan perubahan perspektif.

Saya menyatakan bahwa penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam penyusunan laporan dan pengembangan kode pada tugas ini hanya digunakan sebagai alat bantu, seperti untuk memahami sintaks, debugging, atau referensi umum. Seluruh analisis, pemahaman konsep, interpretasi hasil, dan penulisan penjelasan pribadi merupakan hasil pemikiran dan pekerjaan saya sendiri. Saya bertanggung jawab penuh atas isi laporan ini.

#### LAMPIRAN

Github:

[https://github.com/mrcahyono265/UAS\\_Computer\\_Vision](https://github.com/mrcahyono265/UAS_Computer_Vision)

#### REFERENCES

- [1] D. G. Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints," *International Journal of Computer Vision*, 2004.
- [2] OpenCV Documentation, "Feature Matching + Homography to find Objects," *opencv.org*.