

Perhitungan Hampiran Luas Tanah atau Gedung dengan Pemanfaatan Image Segmentation

Benjamin Sihombing and 13522054^{1,2}

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹13522054@mahasiswa.itb.ac.id, ²sihombingbenjamin2004@gmail.com

Abstract— Perkembangan teknologi citra aerial yang diperoleh dari drone dan satelit membuka peluang besar dalam analisis wilayah secara otomatis, khususnya untuk pemetaan dan perhitungan luas bangunan. Namun, proses identifikasi dan pengukuran bangunan masih banyak dilakukan secara manual sehingga memerlukan waktu yang lama dan berpotensi menimbulkan kesalahan. Pada makalah ini diusulkan sebuah sistem untuk menghitung hampiran luas tanah atau gedung dengan memanfaatkan teknik *image segmentation* pada citra aerial. Sistem yang dibangun menerapkan tahapan *pre-processing* berupa konversi ruang warna dari RGB ke CIELAB, reduksi noise menggunakan *median filter* dan *bilateral filter*, serta peningkatan kontras menggunakan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE). Proses segmentasi dilakukan dengan beberapa metode, yaitu *marker-controlled watershed*, *adaptive thresholding*, *edge detection* yang dikombinasikan dengan operasi morfologi, serta *K-Means clustering*. Hasil segmentasi selanjutnya diperbaiki melalui operasi morfologi, kemudian dilakukan *instance labeling* menggunakan *connected component analysis* dan ekstraksi properti region. Objek bangunan difilter berdasarkan batasan luas, kemudian dihitung parameter geometris seperti luas, keliling, *compactness*, dan *aspect ratio*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan menghitung luas bangunan dari citra aerial dengan tingkat akurasi yang bervariasi, bergantung pada kualitas citra dan metode segmentasi yang digunakan. Sistem ini menghasilkan visualisasi segmentasi serta laporan kuantitatif yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam estimasi luas bangunan secara otomatis.

Keywords— aerial imagery, building area estimation, image segmentation, morphological operations, digital image processing.

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini, perkembangan teknologi berkembang pesat. Salah satunya adalah teknologi citra aerial. Citra *aerial* adalah citra yang diambil oleh drone dan satelit dari atas langit. Citra ini banyak diambil dan datanya sudah berkembang pesat hingga jumlahnya cukup besar saat ini. Data citra ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, termasuk pemetaan wilayah, perencanaan tata kota, analisis kepadatan pemukiman, dan perhitungan luas bangunan. Namun, proses-proses tersebut masih sering dilakukan secara manual.

Proses identifikasi dan pengukuran bangunan juga sering dilakukan secara manual yang memerlukan waktu lama. Pemrosesan citra digital (PCD) menawarkan solusi

otomatis untuk melakukan segmentasi dan perhitungan luas bangunan dari citra *aerial*. Hal ini bisa dilakukan dengan memanfaatkan teknik-teknik PCD.

II. LANDASAN TEORI

Untuk melakukan identifikasi dan pengukuran bangunan dari citra *aerial*, ada proses-proses yang perlu dilakukan pada citra tersebut. Proses-proses ini akan memanfaatkan teknik-teknik PCD. Berikut proses atau teknik PCD yang akan digunakan:

A. Image Segmentation

Image segmentation adalah proses membagi citra digital menjadi beberapa segmen atau region untuk menyederhanakan representasi citra dan memudahkan analisis. Tujuan utamanya adalah mengidentifikasi dan memisahkan objek-objek yang berbeda dalam sebuah citra. Dalam konteks pemetaan bangunan, segmentasi bertujuan untuk memisahkan piksel bangunan dari objek lain seperti jalan, vegetasi, dan tanah.

Instance Segmentation



Gambar 1. Image Segmentation

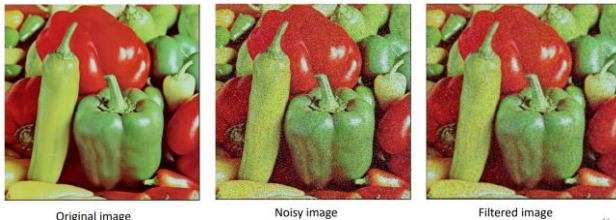
Pada tugas ini, ada empat pendekatan segmentasi yang diimplementasi:

1. Marker-Controlled Watershed yang memanfaatkan prinsip topografi untuk memisahkan objek bangunan yang saling berdempetan dengan bantuan distance transform.
2. Adaptive Thresholding yang bekerja dengan menghitung ambang batas secara lokal sehingga sangat tangguh menghadapi perbedaan pencahayaan yang ekstrem pada citra aerial.
3. Edge Detection berbasis algoritma Canny yang dikombinasikan dengan operasi morfologi untuk mendeteksi batas-batas geometris bangunan yang tegas.

4. K-Means Clustering yang merupakan algoritma machine learning untuk mengelompokkan piksel berdasarkan kemiripan warna, sehingga efektif dalam membedakan material atap bangunan dari lingkungan sekitarnya.

B. Image Smoothing

Image smoothing adalah proses mengurangi noise dan detail kecil dalam citra. Tujuannya adalah menghasilkan citra yang lebih "halus" untuk memudahkan pemrosesan selanjutnya.

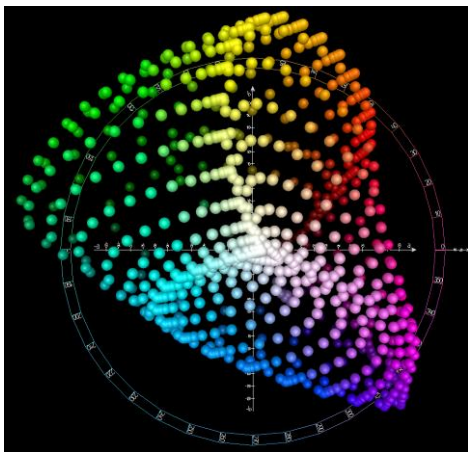


Gambar 2. Image Smoothing

Program ini menerapkan Bilateral Filter. Berbeda dengan filter rata-rata (Blur) konvensional, Bilateral Filter mampu mengurangi noise sambil tetap mempertahankan ketajaman tepi (edge-preserving). Hal ini sangat krusial dalam pengukuran luas, karena jika tepi bangunan ikut menjadi kabur, maka penentuan batas koordinat piksel bangunan akan menjadi tidak akurat.

C. Color

Citra digital merepresentasikan warna menggunakan berbagai color space. Meskipun RGB adalah standar tampilan, ruang warna ini seringkali tidak efektif untuk segmentasi karena komponen warna dan pencahayaan tercampur pada setiap kanal (Red, Green, Blue).



Gambar 3. CIELAB Color Space

Aplikasi ini melakukan konversi ke CIELAB Color Space. Fokus utama terletak pada kanal L (Luminance) yang merepresentasikan tingkat kecerahan. Dengan memisahkan informasi warna (A dan B) dari pencahayaan (L), sistem menjadi lebih tangguh terhadap variasi warna atap bangunan dan dapat lebih konsisten dalam mendeteksi objek hanya berdasarkan perbedaan intensitas cahaya yang dipantulkan.

D. Contrast Enhancement

Kontras adalah perbedaan intensitas antara objek dan background. Low contrast membuat objek sulit dibedakan dan memperburuk performa segmentasi. Pada citra aerial, sering ditemukan area yang terlalu gelap karena bayangan atau terlalu terang karena pantulan sinar matahari, yang mengakibatkan hilangnya detail bangunan.



Gambar 4. Histogram Equalization

Solusi yang diimplementasikan adalah CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization). Berbeda dengan Histogram Equalization standar yang beroperasi pada seluruh citra secara global, CLAHE bekerja pada area kecil (tiles). Jika sebuah area memiliki kontras rendah, CLAHE akan meratakan distribusinya tanpa menyebabkan efek "halo" atau memperkuat noise secara berlebihan, sehingga batas antara atap dan tanah menjadi lebih tegas.

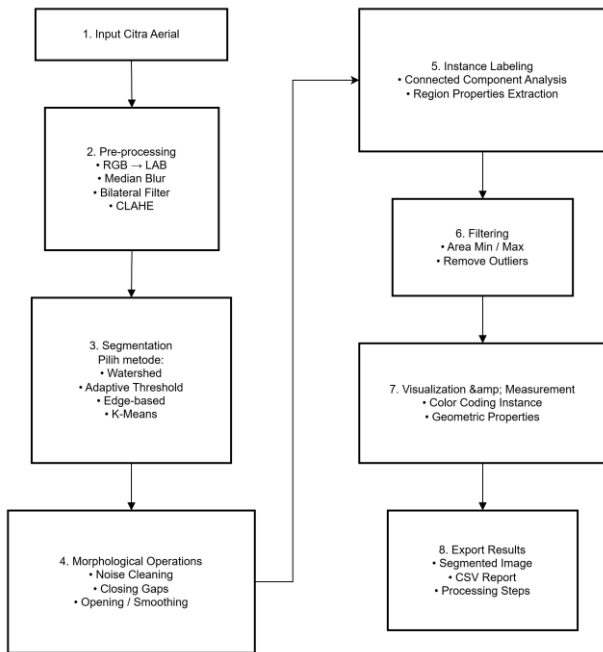
III. IMPLEMENTASI SOLUSI

A. Kakas

Pada tugas ini digunakan kakas atau Pustaka yang digunakan. Berikut kakas yang digunakan:

1. Tkinter
GUI framework untuk antarmuka pengguna.
2. OpenCV (cv2)
Pustaka computer vision untuk operasi citra dasar.
3. NumPy
Untuk proses komputasi numerik dan manipulasi array
4. SciPy
Algoritma *scientific computing* (ndimage untuk *distance transform*)
5. scikit-image
Pustaka *image processing* tingkat tinggi.
6. Pillow (PIL)
Untuk konversi dan menampilkan citra.

B. Alur Proses Kerja



Gambar 5. Flowchart Alur Kerja

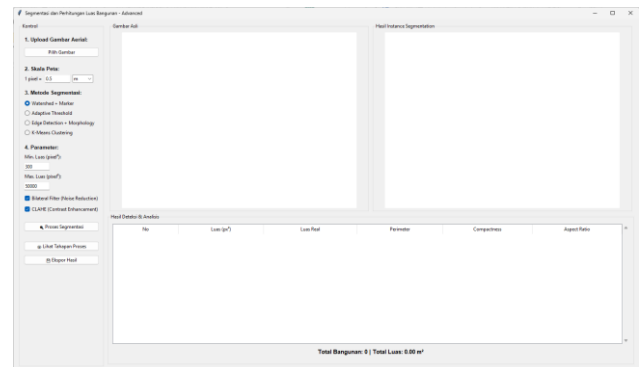
Berikut alur proses kerja dari program perhitungan hampiran luas tanah atau gedung dengan pemanfaatan image segmentation:

1. Input Citra Aerial
2. Pre-processing
 - a. Color space conversion (RGB → LAB)
 - b. Median blur (noise reduction)
 - c. Bilateral filter (edge preservation)
 - d. CLAHE (contrast enhancement)
3. Segmentation
 - a. Watershed
 - b. Adaptive
 - c. Edge
 - d. K-Means
4. Morphological Operations
 - a. Cleaning noise
 - b. Closing gaps
 - c. Opening for smoothing
5. Instance Labeling
 - a. Connected component analysis
 - b. Region properties extraction
6. Filtering
 - a. Filter berdasarkan area min/max
 - b. Remove outliers
7. Visualization & Measurement
 - a. Color coding setiap instance
 - b. Calculate geometric properties
8. Export Results
 - a. Segmented image
 - b. CSV report
 - c. Processing steps

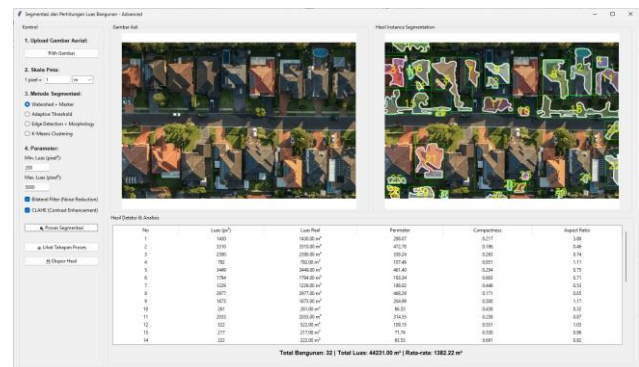
IV. HASIL DAN ANALISIS

Berikut hasil dari pengujian program perhitungan

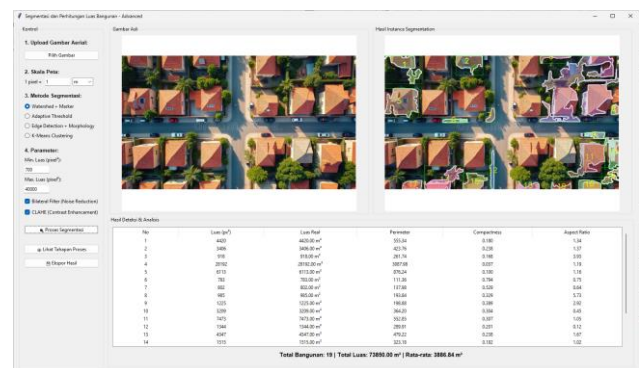
hampiran luas tanah atau gedung dengan pemanfaatan image segmentation.



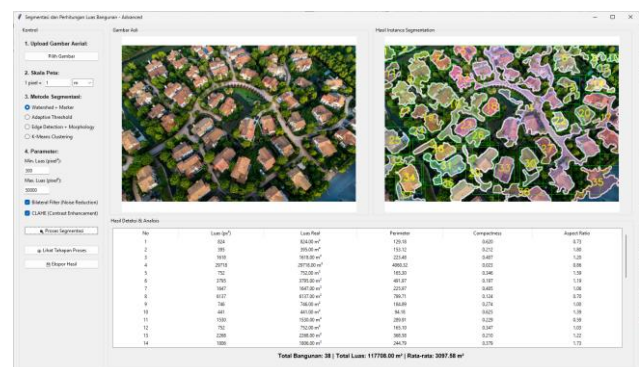
Gambar 6. GUI Program



Gambar 7. Hasil Pengujian 1



Gambar 8. Hasil Pengujian 2



Gambar 9. Hasil Pengujian 3

Dari hasil pengujian, program berhasil mendeteksi beberapa bangunan dari citra *aerial*. Namun, masih ada

bangunan yang tidak terdeteksi oleh algoritma. Luas dari bangunan berhasil dihitung oleh program. Namun, ada hasil perhitungan yang baik dan yang buruk. Hal ini terjadi karena hasil segmentasi yang tidak sempurna. Segmentasi yang tidak sempurna ini disebabkan oleh karakteristik citra itu sendiri. Karakteristik citra menyebabkan hasil *edge detection* yang kurang maksimal. Jika hasil *edge detection* baik, hasil perhitungan juga akan baik seperti pengujian 3.

PRANALA

Berikut pranala menuju kode program yang diunggah di GitHub:

<https://github.com/Bbennn/IF4073-PemrosesanCitraDigital-Makalah>

REFERENSI

- [1] R. Munir, "Pengantar Pemrosesan Citra Bagian 2," PowerPoint presentation, IF4073 Pemrosesan Citra Digital, Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, 2025.
- [2] R. Munir, "Image Enhancement Bagian 1," PowerPoint presentation, IF4073 Pemrosesan Citra Digital, Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, 2025.
- [3] R. Munir, "Image Enhancement Bagian 2," PowerPoint presentation, IF4073 Pemrosesan Citra Digital, Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, 2025.
- [4] R. Munir, "Image Enhancement Bagian 3," PowerPoint presentation, IF4073 Pemrosesan Citra Digital, Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, 2025.
- [5] R. Munir, "Warna," PowerPoint presentation, IF4073 Pemrosesan Citra Digital, Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, 2025.

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, 24 Desember 2025



Benjamin Sihombing dan 13522054