

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kalibrasi kamera stereo adalah proses fundamental dalam visi komputer yang bertujuan untuk menentukan parameter intrinsik (seperti panjang fokus, titik pusat optik, dan koefisien distorsi lensa) dan parameter ekstrinsik (rotasi dan translasi relatif) dari dua kamera yang membentuk sistem stereo. Proses ini memastikan kedua kamera tersinkronisasi dan karakteristik geometrisnya diketahui secara presisi, yang esensial untuk mengukur kedalaman dan merekonstruksi model 3D secara akurat dari gambar yang diambil (Heikkila & Silven, 1997).

Namun, untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat dari sistem stereo, kalibrasi kamera yang baik sangat diperlukan (Jia et al., 2015). Kesalahan dalam kalibrasi dapat menyebabkan ketidakakuratan dalam rekonstruksi 3D, yang berpotensi memengaruhi kualitas data fotogrametri dan analisis geospasial (Nedevschi et al., 2002). Penelitian sebelumnya mungkin menghadapi batasan dalam hal resolusi gambar yang memengaruhi akurasi kalibrasi. Dalam penelitian ini, masalah tersebut akan diatasi dengan menggunakan kamera DSLR (*Digital Single-Lens Reflex*) Canon EOS 600D, yang menawarkan resolusi 18 megapiksel yang lebih tinggi dibandingkan dengan perangkat yang umumnya digunakan pada penelitian sebelumnya, sehingga diharapkan dapat meningkatkan akurasi estimasi parameter geometris.

OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) adalah pustaka pemrograman lintas platform yang menyediakan berbagai algoritma visi komputer, termasuk alat-alat ekstensif untuk kalibrasi kamera. Penggunaan OpenCV dalam konteks kalibrasi stereo vision membuka peluang untuk memanfaatkan fitur-fitur khusus multi-kamera, meningkatkan efisiensi dan akurasi proses kalibrasi. Pustaka ini mendukung deteksi pola kalibrasi seperti checkerboard, penghitungan parameter intrinsik dan ekstrinsik, serta rektifikasi stereo, menjadikannya pilihan yang kuat untuk implementasi

metode kalibrasi kamera stereo (Bradski & Kaehler, 2008). Fleksibilitasnya juga memungkinkan integrasi dengan bahasa pemrograman seperti Python, yang mempermudah otomatisasi proses akuisisi dan pengolahan gambar.

Metode Zhang, yang diperkenalkan oleh Zhengyou Zhang pada tahun 1999, merupakan teknik kalibrasi kamera yang fleksibel dan efisien, menjadikannya pilihan utama dalam penelitian ini. Metode ini memiliki keunggulan karena hanya memerlukan pola planar, seperti papan checkerboard standar, yang mudah dibuat dan digunakan tanpa peralatan khusus yang mahal. Papan checkerboard menyediakan fitur geometris teratur yang mudah dideteksi dengan presisi tinggi, serta memiliki sifat invarian proyektif, yang esensial untuk akurasi kalibrasi. Kontras tinggi antara kotak hitam dan putih pada checkerboard juga memfasilitasi deteksi sudut yang kuat menggunakan algoritma visi komputer, memastikan korespondensi titik yang akurat antara gambar kamera dan model 3D *checkerboard*. Melalui beberapa gambar *checkerboard* dari berbagai orientasi, metode Zhang dapat mengestimasi parameter intrinsik dan ekstrinsik kamera secara bersamaan, termasuk koreksi distorsi lensa (Sultana et al., 2024).

Pengelolaan dan pengawasan aset infrastruktur seperti jalan raya, jembatan, dan gedung bertingkat sangat dibutuhkan agar daya dukung infrastruktur dapat langgeng. Pemantauan ini penting untuk mengetahui karakteristik geometrik material yang akan mempengaruhi masa pakai dan daya dukung infrastruktur, seperti *large-deformation* maupun *infinitesimal-strain* yang disebabkan oleh faktor alam atau lainnya. Dalam konteks pemantauan aset infrastruktur, metode konvensional memiliki beberapa kekurangan yaitu, tidak efisien, mahal, dan memakan waktu. Ini termasuk pengukuran manual dengan alat optik seperti Total Station, Teodolit, atau Waterpass yang memerlukan intervensi manusia secara langsung. Proses ini membutuhkan operator terlatih, hanya dapat mengukur satu titik dalam satu waktu, dan tidak bisa dilakukan secara kontinu dalam jangka panjang. Hasilnya pun sering kali berupa data diskrit yang sulit untuk memberikan gambaran deformasi secara keseluruhan.

Pendekatan lain yang termasuk konvensional adalah fotogrametri kamera tunggal, di mana metode ini mengambil serangkaian foto dari berbagai sudut dan posisi. Proses ini lebih fleksibel daripada alat optik, tetapi masih membutuhkan proses akuisisi data yang manual dan memakan waktu. Model 3D yang dihasilkan dari metode ini tidak ideal untuk pemantauan *real-time* atau terus-menerus karena data tidak dapat diperbarui secara otomatis. Sementara itu, teknik robot vision yang terdiri dari sepasang video-kamera merupakan teknologi *state-of-the-art* dalam pemantauan dimensi objek secara presisi yang dapat beroperasi terus-menerus, dan telah banyak diaplikasikan di industri dan manufaktur (Sultana et al., 2024). Aktivitas pemantauan, pemetaan, dan pemodelan presisi infrastruktur merupakan pengukuran yang berkesinambungan. Kebutuhan akan teknologi pengukuran presisi yang ramah pengguna dan biaya operasional yang terjangkau menjadikannya sebagai suatu urgensi yang perlu segera ditangani agar aspek kelayakgunaan aset terpenuhi. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan prinsip dasar teknologi hibrida pengukuran presisi yang mengintegrasikan konsep robot vision dan fotogrametri, yang dapat dioperasikan secara efisien dan terus-menerus dalam waktu lama untuk valuasi aset secara berkesinambungan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan akurasi sistem kamera stereo, yang sangat diperlukan dalam berbagai aplikasi fotogrametri dan geodesi, serta memiliki potensi dampak langsung dalam pengembangan teknologi modern seperti kendaraan otonom dan robotika.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana melakukan kalibrasi pada hasil foto yang dihasilkan dari dua kamera dengan jarak tertentu. Adapun rumusan-rumusan masalah dalam melakukan kalibrasi stereo adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana metode Zhang diimplementasikan untuk menentukan parameter kalibrasi kamera stereo menggunakan pustaka OpenCV?

2. Seberapa akurat parameter kalibrasi kamera stereo yang dihasilkan dari implementasi metode Zhang dengan menggunakan kamera DSLR beresolusi tinggi (Canon EOS 600D)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini untuk menghasilkan parameter kalibrasi kamera stereo menggunakan metode Zhang dengan OpenCV dan menentukan akurasi pemotretan yang dihasilkan dari kamera.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Peningkatan akurasi kalibrasi kamera stereo
2. Pengembangan teknologi kalibrasi kamera stereo untuk aplikasi fotogrametri dan geodesi
3. Kontribusi pada pengembangan teknologi visualisasi dan pemrosesan gambar

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dalam penelitian ini difokuskan untuk beberapa hal:

1. Penelitian ini terbatas pada penggunaan sistem kamera stereo DSLR EOS 600D, yang terdiri dari dua kamera.
2. Penelitian ini fokus pada penggunaan metode Zhang untuk kalibrasi kamera.
3. Implementasi kalibrasi akan dilakukan menggunakan library OpenCV.
4. Penelitian ini menggunakan papan kalibrasi standar (*chessboard pattern*).
5. Fokus estimasi adalah pada parameter geometris, yang meliputi parameter intrinsik kamera (seperti panjang fokus dan titik pusat), parameter ekstrinsik (rotasi dan translasi relatif antara dua kamera), dan distorsi lensa.
6. Evaluasi hasil kalibrasi akan terbatas pada analisis error reprojeksi dan perbandingan jarak yang diperoleh dengan jarak pada objek yang sebenarnya. Pengujian kinerja sistem dalam aplikasi spesifik (seperti rekonstruksi 3D) tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar penulisan tugas akhir ini tersusun dan tertata dengan baik, maka digunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Pada bagian ini menceritakan secara garis besar dari keseluruhan pola berpikir yang dituangkan dalam konteks yang jelas dan padat. Adapun muatannya berisi latar belakang pemilihan judul, ruang lingkup permasalahan, tujuan dan manfaat, batasan masalah serta sistematika penulisan.

2. Bab II Dasar Teori

Memuat teori-teori dan berbagai hasil penelitian sebelumnya yang menjadi acuan dalam penulisan skripsi, diperoleh dari beberapa buku literatur, jurnal, dan internet.

3. Bab III Metodologi Penelitian

Menjelaskan tentang metodologi yang digunakan dan bagaimana penelitian ini dilakukan, yaitu terkait dengan objek, alat dan bahan yang digunakan, diagram alir penelitian serta uraian secara rinci tahapan-tahapan yang dilakukan selama penelitian dari awal sampai dengan hasil akhir yang menjadi tujuan dilakukannya penelitian.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Membahas secara rinci pelaksanaan penelitian dalam mencapai hasil, serta analisis dan pembahasan hasilnya.

5. Bab V Kesimpulan dan Saran

Menyimpulkan secara singkat, padat, dan jelas terkait dengan hasil yang diperoleh dari seluruh rangkaian penelitian dan memuat saran-saran yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian, metode, serta objek yang digunakan