

Analisa Pengaruh Perbedaan Medium Air dan Udara Terhadap Kalibrasi Kamera Dengan Menggunakan Metode Zhang

**Pulung Nurtantio Andono^{1,5}, Guruh Fajar Shidik², Ricardus Anggi Pramunendar³,
Catur Supriyanto⁴, Mochamad Hariadi⁵**

Program Pasca Sarjana, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang 50131^{1,2,3,4}

Teknik Elektro, ITS Surabaya⁵

E-mail : {¹pulung, ²guruh.fajar, ³ricardus.anggi, ⁴catur}@research.dinus.ac.id, mochar@ee.its.ac.id⁵

ABSTRAK

Pada paper ini kami melakukan penelitian untuk mencari pengaruh perbedaan medium terhadap kalibrasi kamera. Kami melakukan komparasi analisa kalibrasi kamera yang dilakukan di udara dan di air, untuk mengetahui tingkat perbedaannya. Pada studi komparasi analisa ini kami menggunakan tehnik kalibrasi Zhang yang sudah biasa digunakan untuk kalibrasi kamera. Hasil eksperimen merupakan perbandingan focal length antara medium di air dengan focal length medium di udara.

Kata kunci : Kalibrasi Kamera, Metode Zhang

1. Pendahuluan

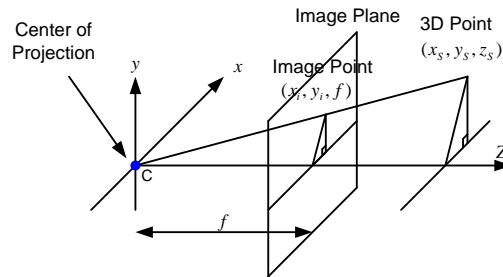
Kalibrasi kamera adalah salah satu langkah terpenting untuk mendapatkan rekonstruksi citra 3D yang presisi di dalam komputer vision. Pada kamera stereo, proses kalibrasi harus dilalui untuk mendapatkan posisi relative antara kedua kamera dengan objek citranya. Proses kalibrasi bertujuan untuk menghasilkan matrik yang berisi informasi dari citra 2D yang ditangkap oleh kamera. Adapun informasi yang didapatkan ialah nilai intrinsik dan extrinsic parameter dari kamera tersebut.

Ada beberapa penelitian yang berkaitan dengan proses metode kalibrasi diantaranya proses kalibrasi pada kamera tunggal. Pada paper ini kami melakukan kalibrasi kamera pada medium yang berbeda yaitu di udara dan di air. Penelitian ini kami lakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan medium terhadap hasil kalibrasi kamera. Tehnik kalibrasi yang kami gunakan pada penelitian ini ialah dengan metode Zhang, dimana metode ini tergolong tehnik kalibrasi yang populer yang menggunakan radial alignment constraint.

2. Landasan Teori

2.1 Model Kamera

Penelitian ini menggunakan kamera *pinhole*. Kamera pinhole terdiri dari bidang citra dan pusat proyeksi. Bidang citra adalah tempat dimana objek di refleksikan sedangkan pusat proyeksi adalah tempat dimana arah sinar menuju. Jarak antar pusat proyeksi dengan bidang citra disebut *focal length* (f).



Gambar 1: Proyeksi Model Kamera

2.2 Kalibrasi Kamera

Kalibrasi adalah proses yang penting dalam membangun objek 3D dari sebuah citra 2D [1]. Kalibrasi digunakan untuk mendapatkan parameter intrinsik dan ekstrinsik dari sebuah kamera. Parameter ekstrinsik menggambarkan posisi dari sebuah kamera terhadap sistem koordinat dunia, sedangkan parameter intrinsik meliputi *focal length*, pusat citra, koefisien distorsi lensa dan faktor skala citra. Nilai dari parameter intrinsik bersifat konstan karena parameter dari sebuah optic kamera tidak berubah dalam kondisi apapun, sedangkan parameter ekstrinsik bergantung pada posisi kamera [2]. Jika posisi dari kamera berubah maka nilai parameter ekstrinsik juga berubah. Kamera kalibrasi dapat digolongkan menjadi 2 kategori yaitu *photogrammetric calibration* dan *self calibration* [3]. *photogrammetric calibration* adalah proses kalibrasi yang geometri dalam ruang 3D sudah diketahui, sedangkan *self calibration* adalah proses kalibrasi yang digunakan pada objek statis sehingga beberapa gambar yang diambil dari kamera yang sama dan parameter intrinsik yang sama maka akan mendapatkan parameter eksternalnya.

Secara umum, parameter intrinsik dari sebuah kamera dinotasikan sebagai berikut:

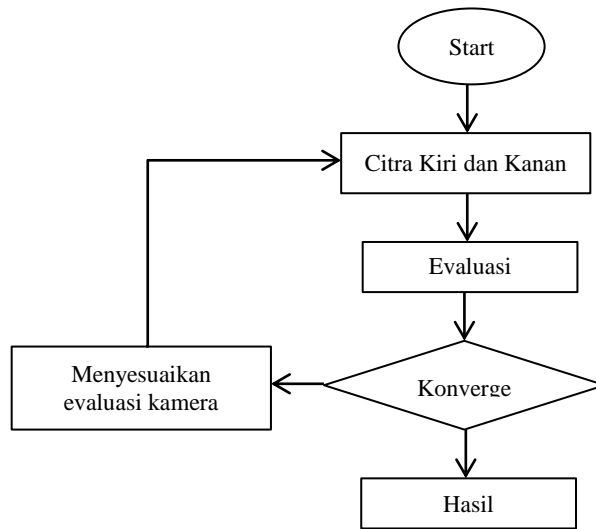
$$K = \begin{bmatrix} 1/d_x & s & u_0 \\ 0 & 1/d_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_x & s & u_0 \\ 0 & a_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Dimana,

- f : focal length
- d_x : ukuran horizontal pixel
- d_y : ukuran vertical pixel
- u_0 : posisi pusat horizontal gambar
- v_0 : posisi pusat vertical gambar

2.3 Metode Zhang untuk Kalibrasi Kamera Stereo

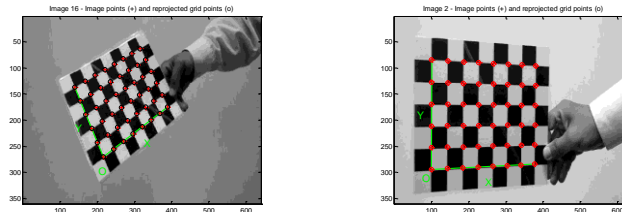
Metode Zhang digunakan untuk menghitung parameter intrinsik dan ekstrinsik dari sebuah kamera [4]. Gambar 1 menggambarkan flowchart dari sebuah metode Zhang.



Gambar 2: Flowchart dari Metode Zhang [5]

3. Eksperimen

Penelitian ini menggunakan MATLAB sebagai tool untuk melakukan kalibrasi. MATLAB *Calibration Toolbox* digunakan untuk memperoleh parameter intrinsik dan ekstrinsik. Kita menggunakan papan catur berukuran 17.5×22.5 cm untuk melakukan kamera kalibrasi. Ukuran tiap kotak pada papan catur berukuran 2.5×2.5 cm (Gambar 2).



Gambar 3: Kamera Kalibrasi menggunakan papan catur

Tahapan pertama pada proses kalibrasi adalah mengambil foto dari papan catur berupa video, kemudian diextrak hingga mendapatkan 1000 gambar. Hasil dari gambar digunakan untuk menentukan titik-titik pada citra papan catur. Dengan mengetahui lokasi titik pada gambar papan catur pada koordinat dunia dan koordinat citra, parameter intrinsik dan ekstrinsik dapat diketahui.

Eksperimen pertama dengan medium air kolam renang (scene 1) adalah meletakkan papan catur di dasar kolam renang dan kamera berjarak 1 meter di atasnya.

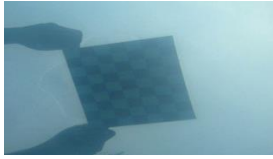


Gambar 4a: Kamera A



Gambar 4b: Kamera B

Ekspirimen ke-2 dengan medium air kolam renang (scene 2) adalah meletakkan kamera di dasar kolam renang dan papan catur berjarak 1 meter di atasnya.



Gambar 5a: Kamera A



Gambar 5b: Kamera B

Ekspirimen ke-3 dengan medium udara (scene 3) adalah meletakkan papan catur diatas permukaan tanah dan kamera berjarak 1 meter di atasnya.



Gambar 6a: Kamera A

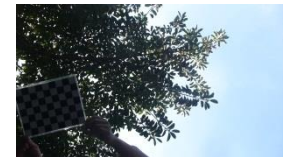
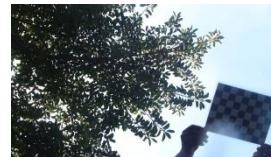


Gambar 6b: Kamera B

Ekspirimen ke-4 dengan medium udara (scene 4) adalah meletakkan kamera diatas permukaan tanah dan papan catur berjarak 1 meter di atasnya.



Gambar 7a: Kamera A



Gambar 7b: Kamera B

4. Hasil Penelitian

Dari hasil kamera kalibrasi didapat parameter intrinsik dan ekstrinsik kamera yang digunakan dalam penelitian ini seperti yang terlihat pada tabel 3 hingga tabel 10 yang hasil perbandingan rasio *focal length*-nya dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 1: Rasio Focal Length di Air (Scene 1) dan Udara (scene 3)

	Kamera A	Kamera B	Rata-rata
Scene 1 (air)	[2336; 2251]	[3546; 3536]	
Scene 3 (udara)	[1432; 1462]	[2304; 2335]	
Rasio	[1432/2336=0.61 ; 1462/2251=0.65]	[2304/3546=0.65 ; 2335/3536=0.66]	0.64
			1-0.64=0.36

Tabel 2: Rasio Focal Length di Air (Scene 2) dan Udara (scene 4)

	Kamera A	Kamera B	Rata-rata
Scene 2 (air)	[3248; 3189]	[3196; 3462]	
Scene 4 (udara)	[2186; 2213]	[2015; 2320]	
Rasio	[2186/3248=0.67 ; 2213/3189=0.69]	[2015/3196=0.63 ; 2320/3462=0.67]	0.66
			1-0.66=0.34

Dari Tabel 1 dan Tabe 2 tampak bahwa perbedaan *focal length* antara udara dan air berkisar antara 34% hingga 36%.

5. Kesimpulan

Kalibrasi merupakan bagian terpenting dari rekonstruksi citra 3D. Ketepatan perhitungan *focal length* berpengaruh pada bentuk obyek 3D. Penelitian ini membandingkan pengukuran *focal length* pada medium udara dan air. Dari hasil percobaan yang dilakukan, didapatkan bahwa adanya perbedaan nilai kalibrasi kamera pada medium air dan udara sebesar 36%. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mengurangi besaran perbedaan *focal length* pada medium air dan udara sehingga rekonstruksi objek 3D lebih akurat.

Daftar Pustaka

- [1]. J.S. Gu, "Research of Linear Camera Calibration Based on Planar Pattern", Engineering and Technology, pp. 627-631, 2009
- [2]. J. Steele, C.D., T. Vincent and M. Whitehorn, "Developing stereovision and 3D modelling for LHD automation", 6th International Symposium on Mine Mechanization and Automation, South African Institute of Mining and Metallurgy, 2001
- [3]. M. Chafied, "Brosur interaktif berbasis augmented reality", Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember., pp. 1-5, 2010
- [4]. R.A. Hamzah, S.I. Salim, and H.N. Rosly, "An Effective Distance Detection of Obstacles in Stereo Vision Application", Engineering, vol. 1, pp. 49-53, 2010
- [5]. R.K. Lenz, R.Y. Tsai, and Y. Heights, "Techniques for Calibration of the Scale Factor and Image Center for High Accuracy 3D Machine Vision Metrology", Camera, pp. 68-75, 1987

Tabel 3: Parameter Internal Kamera A (scene 1)

Focal Length	[2336.55142 ; 2251.54179]
Principal point	[1015.42741 ; 612.80567]
Skew	[0.000]
Distortion	[1.80762 ; 23.57775 ; 0.04045 ; 0.02659 ; 0.00000]

Tabel 4: Parameter Internal Kamera B (scene 1)

Focal Length	[3546.58038 ; 3536.72590]
Principal point	[775.06783 ; 554.34043]
Skew	[0.000]
Distortion	[1.07388 ; -1.48081 ; 0.01339 ; -0.07995 ; 0.00000]

Tabel 5: Parameter Internal Kamera A (scene 2)

Focal Length	[3248.88908 ; 3189.11039]
Principal point	[588.55092 ; 627.59114]
Skew	[0.000]
Distortion	[0.37051 ; 1.46346 ; -0.00325 ; -0.07250 ; 0.00000]

Tabel 6: Parameter Internal Kamera B (scene 2)

Focal Length	[3196.54243 ; 3462.76878]
Principal point	[984.69315 ; 1098.80372]
Skew	[0.000]
Distortion	[0.66753 ; 0.658630 ; 0.18290 ; 0.00682 ; 0.00000]

Tabel 7: Parameter Internal Kamera A (scene 3)

Focal Length	[1432.84688 ; 1462.41673]
Principal point	[933.07662 ; 569.87149]
Skew	[0.000]
Distortion	[0.13133 ; -0.06792 ; -0.02047 ; -0.00328 ; 0.00000]

Tabel 8: Parameter Internal Kamera B (scene 3)

Focal Length	[2304.29348 ; 2335.68072]
Principal point	[1144.41940 ; 769.30768]
Skew	[0.000]
Distortion	[0.38146 ; -0.02739 ; 0.05637 ; 0.02428 ; 0.00000]

Tabel 9: Parameter Internal Kamera A (scene 4)

Focal Length	[2186.89151 ; 2213.47632]
Principal point	[886.12285 ; 561.48380]
Skew	[0.000]
Distortion	[0.13097 ; 0.19313 ; 0.00289 ; -0.00976 ; 0.00000]

Tabel 10: Parameter Internal Kamera B (scene 4)

Focal Length	[2015.58720 ; 2320.56201]
Principal point	[913.13798 ; 542.45916]
Skew	[0.000]
Distortion	[0.22558 ; -0.01755 ; -0.01510 ; -0.00291 ; 0.00000]