



UBAYA
UNIVERSITAS SURABAYA



snastia 2015

**SEMINAR NASIONAL
TEKNOLOGI INFORMASI DAN MULTIMEDIA**

PROCEEDINGS

**Masa Depan
Industri Teknologi Informasi:
Tantangan, Peluang,
dan Strategi Bisnis**

SABTU, 24 OKT 2015



ISSN 1979 - 3960

**Prosiding
Seminar Nasional Teknologi Informasi dan
Multimedia
(SNASTIA) 2015**

Editor

Marcellinus Ferdinand Suciadi



Surabaya, 24 Oktober 2015

Jurusan Teknik Informatika – Sistem Informasi – Multimedia – IT Dual Degree

Fakultas Teknik

UNIVERSITAS SURABAYA

Kata Pengantar

Puji syukur kami haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena oleh berkat dan rahmat-Nya maka acara Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia (SNASTIA) 2015 ini dapat terselenggara. SNASTIA merupakan wadah bagi para peneliti, akademisi, serta praktisi untuk dapat saling bertukar informasi, pengetahuan, serta pengalaman di bidang teknologi informasi, komunikasi, dan multimedia dalam bentuk penelitian dan karya ilmiah.

Tema SNASTIA 2015 adalah “**Masa Depan Industri Teknologi Informasi: Tantangan, Peluang, dan Strategi Bisnis**”. Tema tersebut dipilih sehubungan dengan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) 2015 yang akan diberlakukan akhir tahun 2015 ini. MEA 2015 akan memberi dampak terhadap perkembangan teknologi informasi di Indonesia, karena industri teknologi informasi merupakan salah satu dari 12 sektor prioritas implementasi MEA 2015.

Pada SNASTIA 2015, keynote speaker adalah Bapak Mohammad Nuh, mantan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan serta mantan Menteri Komunikasi dan Informatika Indonesia, akan mempresentasikan mengenai kesiapan industri teknologi Indonesia di dalam pasar teknologi informasi dunia. Sedangkan pembicara kedua, Bapak Bambang Irawan, sebagai Marketing Director PT Global Industri Teknik Solusi Consulting (Microsoft Dynamics Navision Partners) akan mempresentasikan peluang dan strategi bisnis industri teknologi informasi Indonesia di dalam pasar teknologi informasi dunia.

Pada SNASTIA 2015, persentase makalah yang lolos seleksi sebesar 87.5% dari total makalah yang diterima. Makalah-makalah yang dimuat dalam prosiding SNASTIA 2015 cukup berkualitas, karena telah melalui proses seleksi yang baik. Makalah dalam prosiding SNASTIA 2015 terbagi menjadi beberapa topik sebagai berikut: *Aplikasi Mobile/Multimedia/Web, Interaksi Manusia-Komputer, Rekayasa Perangkat Lunak, Sistem Informasi, Kompleksitas Komputasi, Kecerdasan Buatan, Jaringan Komputer dan Pengenalan Pola/Computer Vision*. Kami mengucapkan selamat kepada para pemakalah yang makalahnya berhasil diterbitkan dalam prosiding SNASTIA 2015 ini.

Kami mengucapkan terima kasih kepada tim reviewer yang telah membantu untuk menilai makalah yang masuk. Kami juga mengucapkan terima kasih atas partisipasi dan kehadiran para pemakalah, dan mohon maaf jika ada yang kurang berkenan di hati. Terima kasih pula pada tim panitia SNASTIA 2015 atas kerja sama dan partisipasinya. Semoga SNASTIA 2015 bermanfaat bagi kita semua. Besar harapan kami agar kita semua dapat berpartisipasi kembali di acara SNASTIA berikutnya.

Surabaya, 20 Oktober 2015

Monica Widiasri
Ketua SNASTIA 2015

Reviewer

Prof. Dr. Ir. Arif Djunaidy, M.Sc.
Prof. Ir. Handayani Tjandra, M.Sc. Ph.D.
Prof. Drs. Nur Iriawan, M.Sc., Ph.D.
Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc., Ph.D.
Prof. Dr. Ir. Joko Lianto Buliali, M.Sc.
Nemuel Daniel Pah, S.T., M.Eng., Ph.D.
Dr. Budi Hartanto, M.Sc.
Dhiani Tresna Absari, S.T., M.Kom.
Sholeh Hadi Setyawan, S.T., M.Kom.
Melissa Angga, S.T., M.M.Comp.
Njoto Benarkah, S.T., M.Sc.
Lisana, S.Kom., M.Inf.Tech.
Ellysa Tjandra, S.T., M.MT.
Andre, S.T., M.Sc.
Daniel Soesanto, S.T., M.M.

Kepanitiaan

**Penanggung Jawab
Steering Commitee**

Ketua

Wakil Ketua

Sekretaris

Bendahara I

Bendahara II

Komite Pelaksana

Ir. Bambang Prijambodo, M.MT.

Dr. Budi Hartanto, S.T., M.Sc.

Melissa Angga, S.T., M.M.Comp.

Monica Wideasri, S.Kom., M.Kom.

Sholeh Hadi Setyawan, S.T., M.Kom.

Ellysa Tjandra, S.T., M.MT.

Njoto Benarkah, S.T., M.Sc.

Liliana, S.T., M.MSI.

Hendra Dinata, S.T., M.Kom.

Fitri Dwi Kartikasari, S.Si., M.Si.

Delta Ardy Prima, S.ST., M.T.

Marcellinus Ferdinand Suciadi, S.T., M.Comp.

Susana Limanto, S.T., M.Si.

Dhiani Tresna Absari, S.T., M.Kom.

Daniel Soesanto, S.T., M.M.

Tyrza Adelia, S.Sn., M.Inf.Tech.

Endah Asmawati, S.Si., M.Si.

Lisana, S.Kom., M.Inf.Tech.

Maya Hilda Lestari Louk, S.T.,M.Sc.

Andre, S.T., M.Sc.

Richard Pramono, S.Kom., M.Sc.

Jimmy, S.T., M.I.S.

Ongko Citrowinoto, S.Sos.

Suratman

Duladi

Anang Wahyudi, A.Md.

Donny Irnawan, S.Kom.

Daftar Isi

Aplikasi Mobile/Multimedia/Web, Interaksi Manusia-Komputer, Rekayasa Perangkat Lunak

Aplikasi Editor Notasi Gending Bali Berbasis Desktop	1
Smart Class Intuitive Plotting System (Studi Kasus: Jurusan Teknik Informatika Universitas Surabaya)	8
Aplikasi Rekomendasi Menu Makanan Bergizi Bagi Ibu Hamil Berbasis Android (Studi Kasus: Posyandu Kota So'e, Timor Tengah Selatan)	15
Rancang Bangun Aplikasi Panduan Informasi PKK pada Perangkat Bergerak	25
Website dan Aplikasi Android Crowdfunding di Indonesia	34
Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality Sebagai Salah Satu Media Promosi Program Studi dan Fakultas di Universitas Islam Riau	41
Aplikasi Augmented Reality Sebagai Media Promosi Pariwisata Indonesia	51
Validation Test Pada Aplikasi Permainan Edukasi Jumping Jack	58
Perancangan Media Pembelajaran Fisika tentang Suhu	69

Sistem Informasi dan E-Commerce

Sistem Daily Activity Report Berbasis Web Untuk Karyawan PT X	74
Analisis Pelayanan E-Reg menggunakan Service Operation ITIL V3 (Studi Kasus: KPP Pratama Salatiga)	80
Analisis dan Implementasi Pengembangan Sistem Informasi Akuntansi Pada Siklus Pendapatan dan Pengeluaran Untuk Mengoptimalkan Proses Penjualan dan Meningkatkan Pengendalian Internal Toko Bali Jaya	90
Pembuatan Database Sistem Informasi dan Layanan Informasi Berbasis IVR pada Implementasi Call Center Rumah Sakit.....	97
Penerapan Sistem Informasi Akuntansi Berbasis Phonegap Framework Pada Perusahaan Jasa Pasang Poles Marmer dan Granit "X"	105
Perancangan Sistem E-Commerce Untuk Memperluas Pasar Produk Oleh-Oleh Khas Pontianak..	110
Implementasi dan Pengendalian E-Commerce UMKM Berbasis Cluster	120

Kompleksitas Komputasi, Kecerdasan Buatan, Jaringan Komputer dan Pengenalan Pola/Computer Vision

Kompleksitas Algoritma Stemming Bahasa Indonesia	130
Penerapan Algoritma AFOPt untuk Market Basket Analysis pada Minimarket "OMI"	137
Aplikasi Metode Forward Chaining Untuk Mengidentifikasi Jenis Penyakit Pada Kucing Persia	143
Sistem Identifikasi Kematangan Jeruk Nipis Dengan Metode Backpropagation	148
Pemodelan Jaringan Syaraf Tiruan berbasis Structural Equation Modelling untuk Prediksi Ketahanan Pangan Nasional	155
Desain Sistem Komunikasi antara Fixed Station dan Node Bergerak Melalui Kanal Very High Frequency pada Jaringan Komunikasi Ad Hoc	163
Pembangunan Kotak Pembatas 3D dari Beberapa Citra.....	168

Pembangunan Kotak Pembatas 3D dari Beberapa Citra

Joko Siswanto^{1,2}, Anton Satria Prabuwo^{2,3}, Azizi Abdullah², Bahari Idrus²

¹Fakultas Teknik, Universitas Surabaya, Jl. Kali Rungkut, Surabaya, 60293, Indonesia

²Fakulti Sains dan Teknologi Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 43600 UKM, Selangor D. E., Malaysia

³Faculty of Computing and Information Technology, King Abdulaziz University, Rabigh 21911, Saudi Arabia
joko_siswanto@ubaya.ac.id, antonsatria@eu4m.eu,
{azizia, bahari}@ukm.edu.my

Abstrak

Kotak pembatas tiga dimensi (3D) banyak digunakan dalam pembangunan aplikasi computer vision 3D, grafika komputer, simulasi medis, permainan komputer dan animasi. Ketepatan pembangunan kotak pembatas 3D sangat berpengaruh terhadap kompleksitas komputasi dan keakuratan algoritma aplikasi yang dikembangkan. Makalah ini memaparkan tentang pembangunan kotak pembatas 3D sejajar sumbu dari beberapa citra. Lima buah citra objek ditangkap dari bagian atas dan sekeliling objek menggunakan lima buah kamera yang telah dikalibrasi sebelumnya. Kelima citra kemudian diproses untuk membangun kotak pembatas 3D berdasarkan parameter kamera intrinsik dan ekstrinsik. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode pembangunan kotak pembatas 3D yang dikembangkan menghasilkan kotak pembatas yang cukup akurat untuk sepuluh objek produk makanan.

Kata kunci: Kotak pembatas 3D, sejajar sumbu, computer vision, parameter kamera, proyeksi

1. Pendahuluan

Pembangunan kotak pembatas tiga dimensi (3D) merupakan salah satu langkah penting dalam pembangunan aplikasi *computer vision* 3D, seperti pada rekonstruksi objek 3D (Hirano, Funayama, & Maekawa, 2009), lokalisasi 3D untuk pengawasan (Jung, Jang, & Kim, 2009), dan pengukuran volume produk makanan (Chalidabhongse, Yimyam, & Sirisomboon, 2006; Siswanto, Prabuwo, Abdullah, & Idrus, 2014). Selain itu, kotak pembatas 3D juga banyak diaplikasikan untuk deteksi tumbukan (*collision detection*) dalam bidang grafika komputer dan visualisasi, terutama dalam simulasi medis, permainan komputer, dan animasi (Sulaiman, Othman, Aziz, & Bade, 2015). Ketepatan pembangunan kotak pembatas 3D sangat berpengaruh terhadap kompleksitas komputasi dan keakuratan algoritma aplikasi yang dikembangkan. Kotak pembatas 3D sebuah objek didefinisikan sebagai sebuah balok yang memuat objek. Salah satu kotak pembatas 3D yang sering digunakan dalam aplikasi *computer vision* 3D dan grafika komputer adalah kotak pembatas sejajar sumbu (*axis-aligned bounding box/AABB*). Kotak pembatas sejajar sumbu adalah kotak pembatas yang rusuk-rusuknya sejajar dengan sumbu-sumbu koordinat pada sistem koordinat dunia nyata (*real world coordinate*).

Dalam pengukuran volume mangga dengan menggunakan metode ukiran ruang (*space carving*) Chalidabhongse, et al. (2006) membuat kotak pembatas 3D yang sangat besar sedemikian rupa sehingga berapapun ukuran objek yang diukur volumenya dapat masuk ke dalam kotak tersebut. Hal ini tentu akan mempengaruhi waktu yang diperlukan untuk melakukan ukiran ruang. Jika volume objek yang diukur jauh lebih kecil daripada volume kotak pembatas yang dibangun maka proses ukiran ruang akan memakan waktu yang lama, karena banyak bagian kotak pembatas yang harus dibuang. Siswanto, et al. (2014) mengembangkan sebuah metode pengukuran volume produk makanan berbentuk tidak teratur menggunakan *computer vision* berdasarkan metode Monte Carlo dengan penyesuaian heuristik. Lima buah citra objek ditangkap dari lima sudut pandang yang berbeda, satu dari atas dan empat dari sekeliling objek. Kelima citra tersebut kemudian diproses untuk mengaproksimasi volume objek. Salah satu langkah untuk mengaproksimasi volume dalam metode tersebut yaitu pembangunan kotak pembatas 3D. Titik-titik random 3D kemudian dibangkitkan di dalam kotak pembatas untuk mengaproksimasi volume objek menggunakan integrasi Monte Carlo (Dimov, 2008). Dalam membangun kotak pembatas 3D Siswanto, et al. (2014) hanya menggunakan dua dari lima citra yang telah ditangkap, satu dari atas dan satu dari samping objek. Untuk objek dengan bentuk yang hampir bulat seperti tomat atau apel, penggunaan dua citra tersebut dapat menghasilkan kotak pembatas 3D yang cukup akurat. Tetapi untuk objek yang tidak bulat seperti mangga, penggunaan dua citra tersebut akan menghasilkan kotak pembatas yang volumenya jauh lebih besar daripada volume objek. Oleh karena itu, perlu dikembangkan sebuah metode untuk membangun sebuah kotak pembatas 3D yang lebih akurat untuk objek berbentuk tidak teratur.

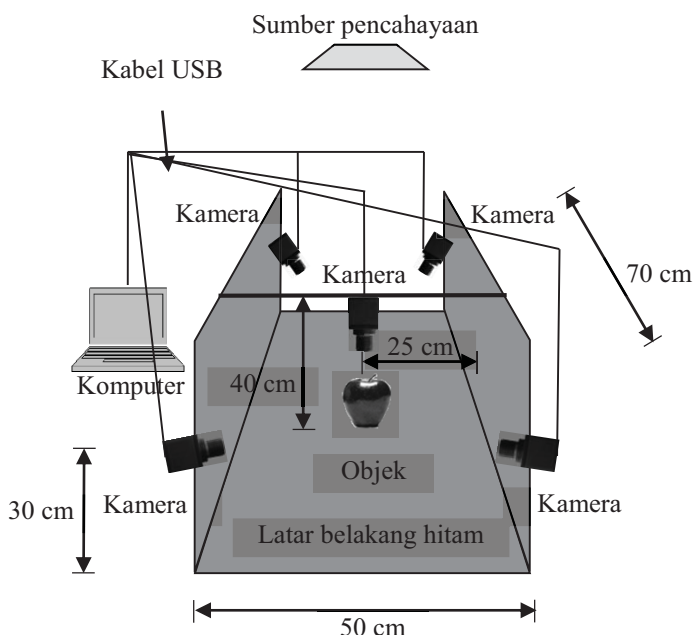
Makalah ini memaparkan sebuah metode untuk membangun kotak pembatas 3D sejajar sumbu dari beberapa citra. Untuk memperoleh kotak pembatas 3D yang lebih akurat, lima buah citra yang diambil dari bagian atas dan sekeliling objek akan digunakan untuk membangun kotak pembatas. Kelima buah citra ditangkap dengan menggunakan lima buah kamera yang telah dikalibrasi sebelumnya.

2. Kalibrasi Kamera

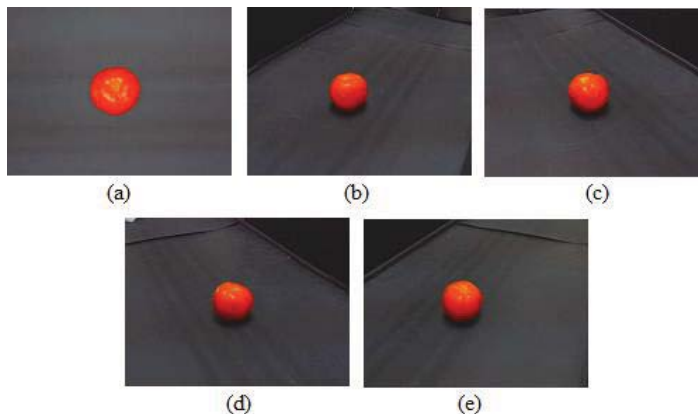
Kalibrasi kamera merupakan langkah pertama yang harus dilakukan dalam pengembangan aplikasi *computer vision* 3D. Langkah ini bertujuan untuk mendapatkan parameter kamera intrinsik dan ekstrinsik dari citra dua dimensi (2D). Parameter-parameter kamera tersebut selanjutnya akan digunakan untuk mentransformasi koordinat suatu titik dalam sistem koordinat dunia nyata 3D ke dalam sistem koordinat citra 2D. Selain itu, parameter-parameter kamera tersebut juga digunakan untuk mendapatkan koordinat suatu titik di dalam sistem koordinat dunia nyata 3D dari koordinat titik di dalam sistem koordinat citra 2D. Dalam kajian ini teknik kalibrasi kamera berdasarkan metode Zhang (Zhang, 2000) digunakan untuk mengestimasi parameter-parameter tersebut.

3. Penangkapan Citra

Lima buah kamera CMOS (kamera web Logitech HD Webcam c270h) digunakan untuk menangkap citra objek, satu dari bagian atas objek dan empat dari sekeliling objek, seperti pada Gambar 19. Kamera-kamera tersebut dihubungkan ke komputer menggunakan kabel USB. Lampu *fluorescent* yang terletak pada langit-langit ruangan digunakan sebagai sumber pencahayaan. Citra objek ditangkap menggunakan latar belakang berwarna hitam untuk memperoleh kontras yang maksimum antara objek dan latar belakang. Dengan kondisi tersebut proses segmentasi akan lebih mudah dilakukan. Citra ditangkap dalam ruang warna RGB dengan dimensi 640×480 piksel dan resolusi 96 dpi pada arah vertikal dan horisontal. Contoh citra objek yang ditangkap ditunjukkan pada Gambar 20.



Gambar 19. Perangkat yang digunakan untuk penangkapan citra



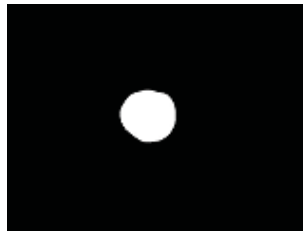
Gambar 20. Contoh citra yang ditangkap: (a) dari bagian atas objek, (b) – (e) dari sekeliling objek

4. Pemrosesan Citra

Untuk memudahkan proses segmentasi, citra objek yang telah ditangkap ditransformasi dari ruang warna RGB ke ruang warna HSV. Hal ini karena objek-objek yang ditangkap dapat mempunyai sebaran warna yang cukup lebar, sehingga segmentasi citra akan lebih mudah dilakukan di dalam ruang warna HSV. Nilai-nilai komponen H, S, dan V diperoleh dari komponen R, G, dan B menggunakan sebuah transformasi, seperti yang dijelaskan dalam Wen, et al. (2007). Objek dapat dengan mudah dipisahkan dari latar belakangnya pada citra komponen S atau V. Tetapi pada citra yang ditangkap dari sekeliling objek, kadang-kadang terdapat bayangan yang dapat mengganggu bentuk objek di dalam citra komponen S. Untuk mengurangi pengaruh bayangan, jumlahan terboboti komponen S dan V digunakan untuk membuat citra skala abu-abu, seperti didefinisikan pada persamaan (1),

$$G_r = w_s S + w_v V \quad (20)$$

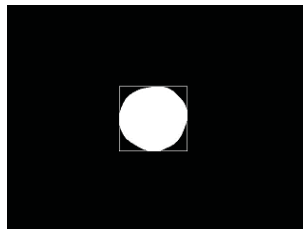
dengan G_r adalah citra skala abu-abu, w_s dan w_v masing-masing adalah bobot komponen S dan V. Nilai-nilai bobot dipilih sedemikian rupa sehingga diperoleh hasil segmentasi yang terbaik. Nilai G_r kemudian dinormalkan ke dalam selang $[0,255]$. Citra skala abu-abu kemudian difilter dengan filter Gaussian untuk mengurangi *noise*. Seterusnya citra skala abu-abu disegmentasi untuk memisahkan objek dan latar belakang. Dalam kajian ini, metode *automatic thresholding* digunakan untuk mensegmentasi citra skala abu-abu. Nilai *threshold* T ditentukan secara otomatis menggunakan metode iterasi sederhana (Gonzalez & Woods, 2002). Hasil proses segmentasi adalah citra biner yang merupakan siluet objek. Citra biner adalah citra yang hanya memiliki dua warna, yaitu warna putih dan hitam. Piksel-piksel yang berwarna putih adalah piksel-piksel objek, sedangkan yang berwarna hitam adalah piksel-piksel latar belakang. Contoh citra biner hasil proses segmentasi dapat dilihat pada Gambar 21.



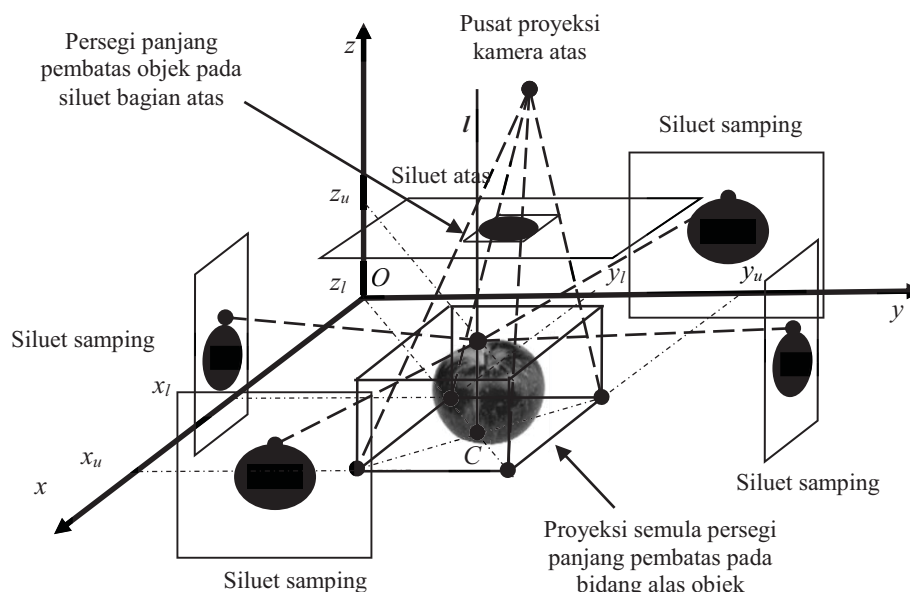
Gambar 21. Contoh citra biner hasil proses segmentasi

5. Pembangunan Kotak Pembatas 3D

Untuk membangun kotak pembatas sejajar sumbu, mula-mula dibuat persegi panjang pembatas objek pada siluet objek bagian atas, seperti pada Gambar 22. Persegi panjang pembatas tersebut kemudian diproyeksikan kembali ke bidang $z = z_l$ yang terletak di bawah objek pada sistem koordinat dunia nyata 3D. Bidang $z = z_l$ ini diasumsikan sebagai batas bawah objek. Proyeksi persegi panjang pembatas ke bidang $z = z_l$ dilakukan dengan mencari koordinat keempat titik sudut persegi panjang pada sistem koordinat dunia nyata 3D menggunakan metode yang dipaparkan dalam Siswantoro, et al. (2013) berdasarkan parameter kamera intrinsik dan ekstrinsik. Misalkan x_l, y_l dan x_u, y_u masing-masing adalah batas bawah dan batas atas persegi panjang pembatas yang telah diproyeksikan kembali pada arah x dan y dalam sistem koordinat dunia nyata 3D. x_l, y_l dan x_u, y_u masing-masing diperoleh dengan mengambil nilai minimum dan maksimum koordinat keempat titik sudut persegi panjang pembatas pada arah x dan y dalam sistem koordinat dunia nyata 3D, seperti diilustrasikan pada Gambar 23.



Gambar 22. Contoh persegi panjang pembatas objek pada siluet objek bagian atas



Gambar 23. Ilustrasi pembangunan kotak pembatas 3D

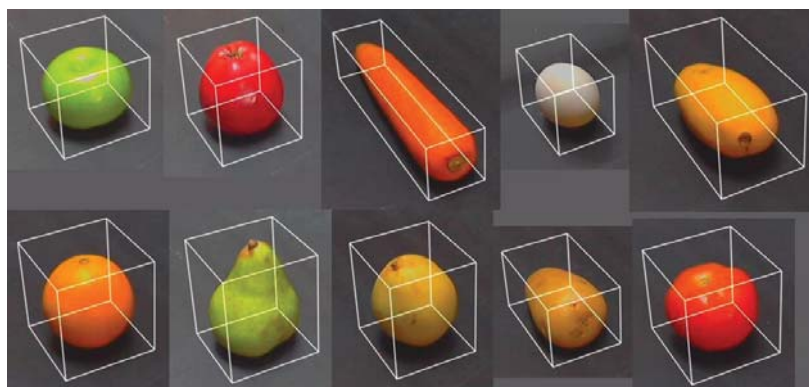
Untuk memperoleh batas atas kotak pembatas, dibuat sebuah garis l yang melalui titik $C_0 \left(\frac{x_l+x_u}{2}, \frac{y_l+y_u}{2}, z_l \right)$ dan tegak lurus bidang $z = z_l$. Misalkan C_0, C_1, \dots, C_{n-1} adalah titik-titik yang terletak pada garis l dan masing-masing berjarak Δz , dengan koordinat seperti pada persamaan berikut.

$$C_i \left(\frac{x_l+x_u}{2}, \frac{y_l+y_u}{2}, z_l + i\Delta z \right), i = 0, 1, \dots, n - 1 \tag{21}$$

Titik-titik C_0, C_1, \dots, C_{n-1} kemudian diproyeksikan keempat siluet objek yang diambil dari sekeliling objek berdasarkan parameter kamera intrinsik dan ekstrinsik. Batas atas kotak pembatas adalah bidang $z = z_u = k\Delta z$ untuk suatu $k \in \{0, 1, \dots, n - 1\}$, dengan k adalah nilai i yang pertama sedemikian rupa sehingga proyeksi titik C_i pada salah satu dari keempat siluet berada di luar objek. Dengan demikian kotak pembatas 3D yang dibangun adalah sebuah kotak pada sistem koordinat nyata 3D yang dibatasi oleh bidang $x = x_l, x = x_u, y = y_l, y = y_u, z = z_l$, dan $z = z_u$.

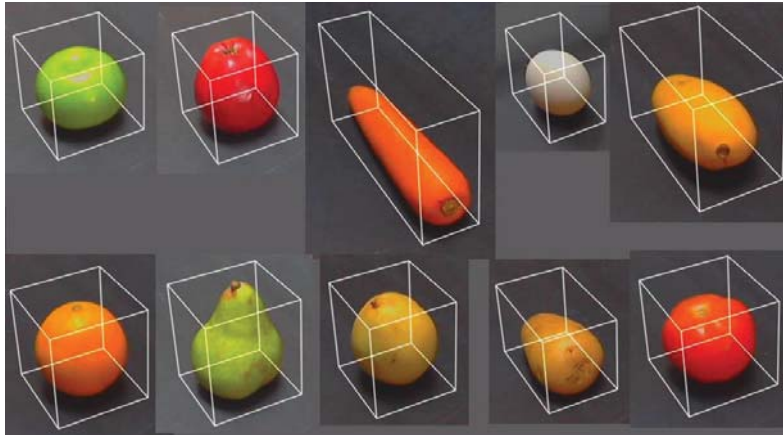
6. Hasil dan Pembahasan

Metode pembangunan kotak pembatas ini diimplementasikan dalam C++ menggunakan pustaka *computer vision* sumber terbuka OpenCV (Bradski & Kaehler, 2008) dan diuji coba pada komputer dengan spesifikasi CPU Intel® CORE™ i7-3370 CPU @ 3.40 GHz, RAM 8.00 GB dan sistem operasi Window 8 64-bit, x64-based. Objek-objek yang digunakan dalam eksperimen untuk memvalidasi metode pembangunan kotak pembatas ini adalah produk-produk makanan berbentuk tidak teratur seperti apel hijau, apel *red delicious*, wortel, mangga, pir *packham*, pir *ya*, tomat, dan kentang, serta produk makanan yang dianggap berbentuk *axi-symmetric* seperti jeruk dan telur. Hasil eksperimen pembangunan kotak pembatas 3D untuk sepuluh jenis produk makanan dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Hasil eksperimen pembangunan kotak pembatas 3D untuk sepuluh jenis produk makanan

Seperti terlihat pada Gambar 24, bahwa metode pembangunan kotak pembatas 3D yang dikembangkan menghasilkan kotak pembatas yang sesuai untuk setiap objek. Baik objek yang berbentuk hampir bulat ataupun lonjong, metode yang dikembangkan menghasilkan kotak pembatas yang panjang, lebar, dan tingginya sesuai dengan ukuran objek. Hal ini berbeda dengan hasil pembangunan kotak pembatas 3D menggunakan metode yang dikembangkan oleh Siswantoro, et al. (2014). Untuk objek yang berbentuk lonjong, seperti wortel, mangga, dan kentang, metode pembangunan kotak pembatas 3D yang dikembangkan oleh Siswantoro, et al. (2014) menghasilkan kotak pembatas yang jauh lebih tinggi daripada tinggi objek, seperti dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Hasil pembangunan kotak pembatas 3D menggunakan metode yang dikembangkan oleh Siswantoro, et al. (2014) untuk sepuluh jenis produk makanan

7. Kesimpulan

Makalah ini membahas tentang metode pembangunan kotak pembatas 3D sejajar sumbu dari beberapa citra. Lima buah citra objek ditangkap dari bagian atas dan sekeliling objek menggunakan lima buah kamera yang telah dikalibrasi sebelumnya untuk mendapatkan parameter kamera intrinsik dan ekstrinsik. Objek ditangkap menggunakan latar belakang berwarna hitam untuk memudahkan proses segmentasi. Citra-citra objek kemudian diproses menjadi siluet-siluet objek. Kotak pembatas 3D dibangun berdasarkan informasi dari siluet-siluet objek dan parameter-parameter kamera. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode pembangunan kotak mebatas 3D yang dikembangkan menghasilkan kotak pembatas yang sesuai untuk semua objek.

8. Daftar Pustaka

- Bradski, G., & Kaehler, A. (2008). *Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library*. O'Reilly Media, Inc.
- Chalidabhongse, T., Yimyam, P., & Sirisomboon, P. (2006). 2D/3D Vision-Based Mango's Feature Extraction and Sorting. *9th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision, ICARCV '06.*, (hal. 1-6).
- Dimov, I. T. (2008). *Monte Carlo Methods for Applied Scientists*. Singapore: World Scientific.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2002). *Digital Image Processing*. Prentice Hall.
- Hirano, D., Funayama, Y., & Maekawa, T. (2009). 3D Shape Reconstruction from 2D Images. *Computer-Aided Design and Applications*, 6(5), 701-710.
- Jung, S., Jang, D., & Kim, M. (2009). 3D localization of projected objects for surveillance. *Distributed Smart Cameras, 2009. ICDSC 2009. Third ACM/IEEE International Conference on*, (hal. 1-6).
- Siswantoro, J., Prabuwo, A. S., & Abdullah, A. (2013). Real World Coordinate from Image Coordinate Using Single Calibrated Camera Based on Analytic Geometry. Dalam S. Noah, A. Abdullah, H. Arshad, A. Abu Bakar, Z. A. Othman, S. Sahran, et al. (Penyunt.), *Soft Computing Applications and Intelligent Systems* (hal. 1-11). Springer Berlin Heidelberg.
- Siswantoro, J., Prabuwo, A. S., Abdullah, A., & Idrus, B. (2014). Monte Carlo Method with Heuristic Adjustment for Irregularly Shaped Food Product Volume Measurement. *The Scientific World Journal*, 2014, 10.
- Sulaiman, H. A., Othman, M. A., Aziz, M. Z., & Bade, A. (2015). Implementation Of Axis-Aligned Bounding Box For Opengl 3d Virtual Environment. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 10(2), 701-708.
- Wen, C., Shi, Y. Q., & Guorong, X. (2007). Identifying Computer Graphics using HSV Color Model and Statistical Moments of Characteristic Functions. *Multimedia and Expo, 2007 IEEE International Conference on*, (hal. 1123-1126).
- Zhang, Z. (2000). A flexible new technique for camera calibration. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22, 1330-1334.