

Registrasi Permukaan Objek Tiga Dimensi Berbasis Fitur Angular Invariant

Meidya Koeshardianto¹, Eko Mulyanto², Moch. Hariadi³

¹Program Studi Teknik Informatika, Universitas Trunojoyo Madura
Jl. Raya Telang PO Box 2 Kamal, Bangkalan 69162, Indonesia

E-mail: ¹meidya@telkom.net

^{2,3}Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Jl. Arif Rahman Hakim, Keputih Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia

E-mail: ²eko@ee.its.ac.id, ³mochar@ee.its.ac.id

Abstrak

Registrasi citra sangat penting dalam semua tugas analisis gambar di mana informasi yang diperoleh dari berbagai sumber data seperti penggabungan citra, deteksi perubahan serta perbaikan citra. Bahkan dalam perkembangannya, registrasi citra juga dapat digunakan sebagai identifikasi objek dengan objek yang lain. Dalam penelitian ini membahas tentang registrasi citra tiga dimensi menggunakan fitur *angular invariant*. Registrasi dapat dilakukan pada objek sebelum terdeformasi. Akan tetapi fitur ini kurang efektif pada objek terdeformasi. Pada objek-objek homogen deformasi maksimum yang dilakukan sebesar 0,4 pada objek *beetle* dan 0,25 pada objek *holes*.

Kata kunci: *angular invariant, registrasi, ekstraksi fitur.*

Abstract

Image registration which of vital importance in all analysis duties draw where obtained information from various data source like merger of image, detect change and also repair of image. Even in growth, image registration also can be used as to identify object with other object. In this research study concerning 3D image registration use angular invariant feature. Registration can be conducted for image before deformation. However this feature is less effective for deformation image. For homogeneous images like ball and tub, This feature give less individuality for homogeneous images. Maximum conducted deformation equal to 0.4 for beetle image and 0.25 for holes image.

Keywords: *angular invariant, registration, feature extraction.*

Pendahuluan

Fenomena objek tiga dimensi menjadi daya tarik tersendiri bagi peneliti khususnya di bidang komputer grafik. Tidak hanya bidang komputer grafik, melainkan pada bidang kedokteran, multimedia, perfi bahkan kepolisian sangat membutuhkan pengolahan komputer grafik. Di bidang kedokteran misalnya, pengenalan suatu organ tubuh normal dengan organ tubuh tidak normal akan lebih mudah diidentifikasi dengan jalan mengubah suatu organ ke dalam objek tiga dimensi. Sehingga seorang dokter dapat lebih detail dalam pengamatan terhadap organ tersebut. Pengenalan suatu organ dapat dilakukan dengan jalan segmentasi terhadap suatu organ yang akan diteliti. Selanjutnya, hasil dari segmentasi diproses dengan suatu metode yang tepat sehingga menghasilkan identifikasi yang tepat. Hasil yang diharapkan adalah seorang dokter tidak salah dalam mendiagnosis suatu penyakit

pada organ tubuh manusia [□]. Di bidang perfilman misalnya, semakin maraknya penggunaan animasi tiga dimensi dalam dunia *entertainment* (contohnya: film *Avatar* yang memenangkan tiga nominasi sekaligus yaitu: *Best Art Director*, *Best Cinematography* dan *Best Visual Effects*). Objek animasi yang digunakan tidak lain berasal dari objek nyata. Suatu objek nyata dapat direkonstruksi ulang menggunakan komputer dan kamera sehingga terbentuk suatu citra 3D yang mirip dengan objek sebenarnya. Untuk dapat melakukan rekonstruksi 3D, pertama perlu dilakukan pengambilan gambar objek tersebut. Di bidang kepolisian misalnya, identifikasi seseorang dalam suatu kasus kejahatan akan lebih mudah apabila dilakukan melalui objek tiga dimensi. Detail dari objek tersangka akan lebih mudah dikenali. Yang sering dilakukan adalah dengan melakukan pengenalan wajah, mata serta bagian-bagian tubuh yang dijadikan sebagai ciri khas dari

tersangka. Hasil dari pengenalan tersebut kemudian dicocokkan dengan data yang dimiliki oleh database kepolisian [1]. Akan tetapi beberapa kasus di atas menjadi mustahil dilakukan apabila seorang peneliti belum menemukan suatu ciri dari objek tersebut. Di bidang kedokteran misalnya, suatu organ tertutup selaput organ yang lain sehingga ciri khas dari organ teramati tidak dapat diketahui dengan benar. Di bidang kepolisian misalnya, sebuah kasus kejahatan ternyata tersangka menggunakan penutup wajah sehingga ciri khas dari wajah tidak dapat ditampilkan. Hanya diperoleh informasi lekuk wajah dan bentuk tubuh seorang pelaku.

Metode Penelitian

Komputer Grafis

Perkembangan dunia komputer grafis telah membuat komputer lebih mudah untuk berinteraksi dan lebih baik dalam memahami berbagai jenis data. Perkembangan komputer grafis memiliki dampak yang mendalam pada banyak media dan telah merevolusi industri video games dan animasi. Istilah komputer grafi dalam arti luas digunakan untuk menggambarkan "segala sesuatu pada komputer yang tidak berupa teks atau suara". Biasanya, istilah grafik komputer merujuk pada beberapa hal:

1. Representasi dan manipulasi data gambar oleh komputer
2. Berbagai teknologi yang digunakan untuk membuat dan memanipulasi
3. Gambar
4. Gambar yang dihasilkan
5. Sub-bidang ilmu komputer yang mempelajari metode untuk mensintesis digital dan memanipulasi konten visual.

Saat ini, komputer dengan gambar yang dihasilkannya telah menyentuh banyak aspek kehidupan sehari-hari kita. Citra komputer ditemukan di televisi, di koran, misalnya dalam laporan cuaca, atau misalnya dalam semua jenis penyelidikan medis dan prosedur operasi. Grafik komputer yang dibuat dengan baik dapat menyajikan statistik kompleks ke dalam bentuk yang lebih mudah untuk dipahami dan ditafsirkan.

Secara umum, ada 2 macam citra komputer yang kita kenal, yaitu komputer grafis 2D dan komputer grafis 3D. Komputer grafis 2D adalah citra digital yang dibuat berbasis komputer, sebagian besar dari model dua dimensi, seperti model 2D geometris, teks, dan gambar digital. Komputer grafis 3D adalah grafis yang

menggunakan representasi data geometris tiga dimensi yang disimpan dalam komputer untuk keperluan melakukan perhitungan dan rendering citra 2D.

Objek 3 Dimensi

Objek 3 dimensi (biasa disebut 3D) adalah sekumpulan titik-titik 3D (x, y, z) yang membentuk luasan-luasan (face) yang digabungkan menjadi satu kesatuan. Face adalah gabungan titik-titik yang membentuk luasan tertentu atau sering dinamakan dengan sisi. Objek 3D memiliki besaran panjang, lebar dan tinggi, objek 3D juga memiliki volume. Contoh dari objek 3D adalah benda-benda yang ada di sekitar kita yang memiliki volume (kursi, bola, meja, dll). Perbedaannya dengan objek 2D yang paling utama adalah objek 2D hanya memiliki 2 besaran (panjang dan lebar), sedangkan objek 3D memiliki 3 besaran (panjang, lebar dan tinggi).

Model 3D

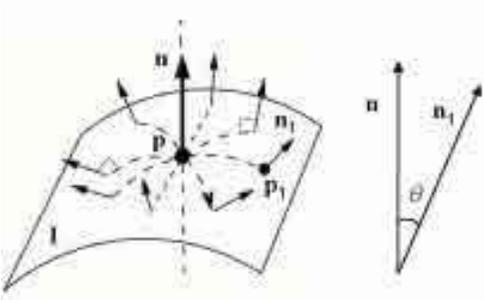
Hampir semua model 3D dapat dibagi menjadi dua kategori.

1. *Solid* - Model ini menentukan volume dari objek yang diwakili (seperti batu). Model ini lebih realistis, tapi lebih sulit untuk dibuat. *Solid model* banyak digunakan untuk simulasi nonvisual seperti dalam bidang medis dan bidang teknik, untuk CAD dan aplikasi visual khusus seperti *ray tracing* dan *constructive solid geometry*.
2. *Shell/boundary* - model 3D ini mewakili permukaan, misalnya batas dari sebuah objek, bukan volume (seperti kulit telur bagian luar yang amat sangat tipis). Model ini lebih mudah dibuat daripada model solid. Hampir semua model visual yang digunakan dalam permainan dan film yang ada adalah model *shell*.

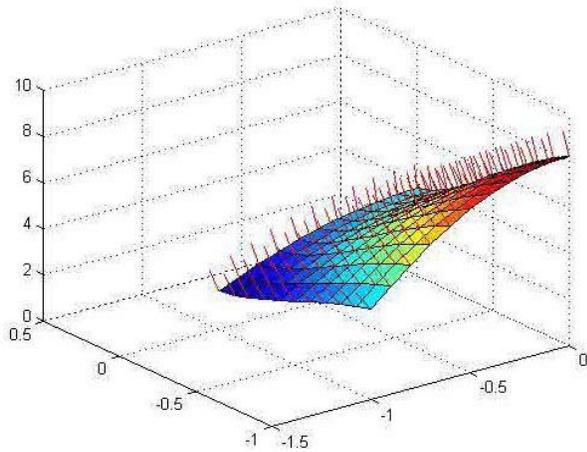
Fitur Angular Invariant

Fitur ini merupakan hasil inspirasi dari vektor normal. Vektor normal nilainya selalu berubah-ubah apabila dilakukan pergeseran ataupun rotasi. Sehingga diperlukan fitur pengganti untuk mengantisipasi perubahan terhadap transformasi matriks. Angular artinya sudut. Invariant artinya tidak berubah. Jadi artinya adalah fitur sudut yang nilainya tetap. Fitur ini dikatakan tetap, karena nilai dari fitur ini tidak akan berubah walaupun dilakukan transformasi matriks (translasi, rotasi, dilatasi). Fitur ini diperoleh dengan menghitung sudut yang terbentuk antara satu

vektor normal dengan vektor normal di sekitarnya. Ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Fitur Angular Invariant

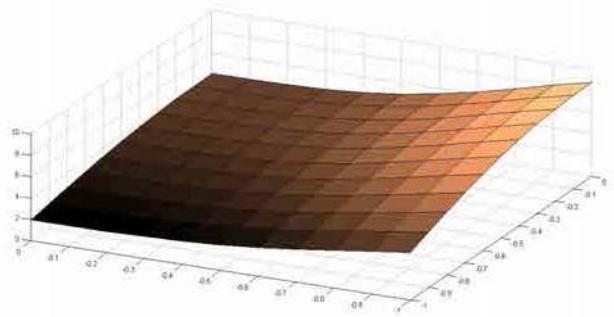


Gambar 2. Vektor Normal Permukaan

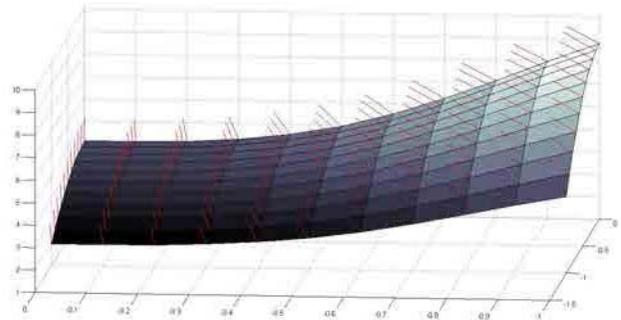
Desain Sistem

Dalam penelitian ini, proses registrasi menggunakan fitur angular invariant diuji cobakan dengan menggunakan beberapa pasang input, di mana tiap-tiap pasangan input berupa objek 3D. Objek 3D yang dimaksudkan di sini adalah sekumpulan titik yang membentuk suatu permukaan 3D. Titik-titik tersebut sebelumnya didefinisikan melalui software matlab, sehingga titik-titik tersebut mewakili posisi dalam koordinat kartesian (x, y, z). Dari titik-titik yang ada, dicari vektor normal permukaan pada titik-titik tersebut, ditunjukkan pada gambar 1.

Setelah diperoleh vektor normal pada setiap titik, maka dipilih titik-titik tertentu untuk dijadikan sebagai sampel atau acuan dan dicari fitur angular invariant dari titik-titik sampel tersebut. Apabila fitur angular invariant sudah diperoleh maka proses registrasi dilakukan. Registrasi dilakukan dengan membandingkan nilai dari fitur angular invariant antar pasangan input.



Gambar 3. Contoh Permukaan 3D



Gambar 4. Vektor Normal Permukaan 3D

Implementasi Sistem

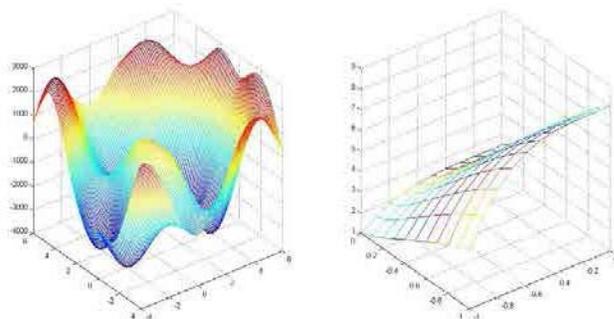
Sebagai contoh implementasi sistem ini pada sebuah permukaan 3D, akan diujicobakan pada sebuah permukaan pada gambar 3. Dari gambar tersebut akan dicari vektor normalnya, ditunjukkan pada gambar 4. Menentukan vektor normal dapat dilakukan dengan perkalian silang antara dua vektor. Kemudian dilakukan perhitungan fitur angular invariant dan proses registrasi. Fitur angular invariant ini terbentuk antara vektor normal yang dipilih sebagai sampel dan vektor normal sekitarnya. Proses registrasi dilakukan dengan metode iterasi untuk mendapatkan perbedaan yang terkecil antara dua objek.

Hasil dan Pembahasan

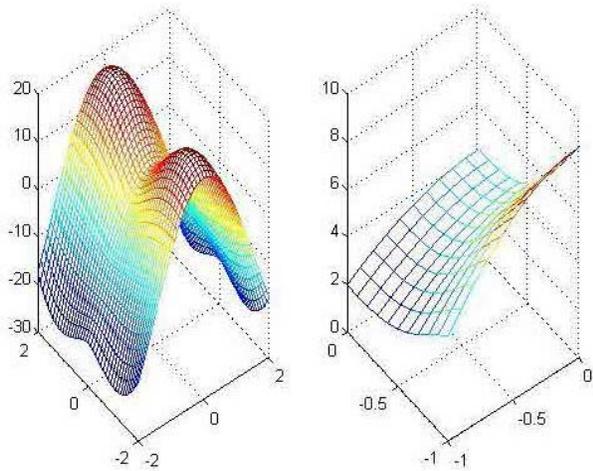
Hasil pengujian proses registrasi menggunakan fi angular invariant menggunakan objek adalah sebagai berikut:

1. $[x,y]=\text{meshgrid}(-2:.1:6)$; $r=\text{sqrt}(x.^2+y.^2)$; $z=\text{sin}(r)*\text{cos}(r)$; $[x1,y1]=\text{meshgrid}(-1:.1:0)$; $r1=\text{sqrt}(x1.^2+y1.^4)$; $z1=\text{sin}(r1)*\text{cos}(r1)$; ditunjukkan gambar 5.
2. $[x,y] = \text{meshgrid}(-2:.1:6)$; $r=\text{sqrt}(x.^2+y.^2)$; $z=\text{sin}(r)*\text{cos}(r)$; $[x1,y1]=\text{meshgrid}(-1:.1:0)$;

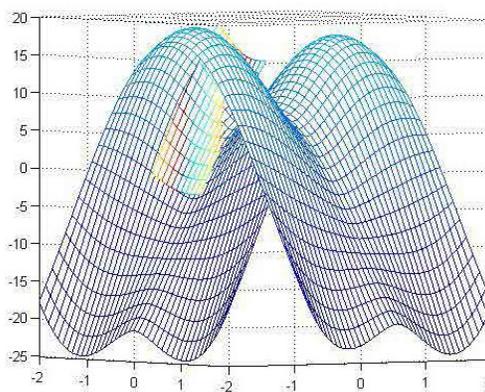
- $r1 = \sqrt{x1.^2 + y1.^2}$; $z1 = \sin(r1) * \cos(r1)$; ditunjukkan gambar 6.
3. $[x,y] = \text{meshgrid}(-1:1:7)$; $r = \sqrt{x.^2 + y.^2}$; $z = \sin(r) * \cos(r)$; $[x1,y1] = \text{meshgrid}(-1:1:0)$; $r1 = \sqrt{x1.^2 + y1.^2}$; $z1 = \sin(r1) * \cos(r1)$; ditunjukkan gambar 7.
4. $[x,y] = \text{meshgrid}(-4:1:6)$; $r = \sqrt{x.^2 + y.^2}$; $z = \sin(r) * \sin(r) * \cos(r)$; $[x1,y1] = \text{meshgrid}(-1:1:0)$; $r1 = \sqrt{x1.^2 + y1.^2}$; $z1 = \sin(r1) * \cos(r1)$; ditunjukkan gambar 8.



Gambar 8. Objek IV



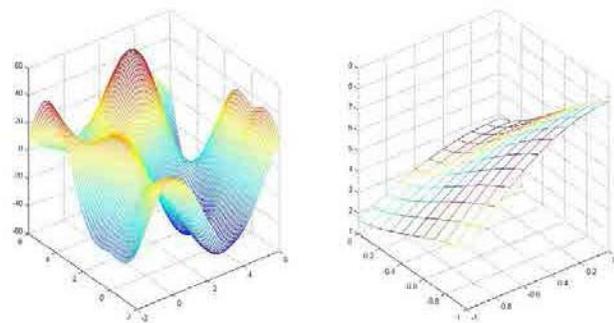
Gambar 5. Objek I



Gambar 9. Hasil I

Hasil Pengujian Pasangan Objek I

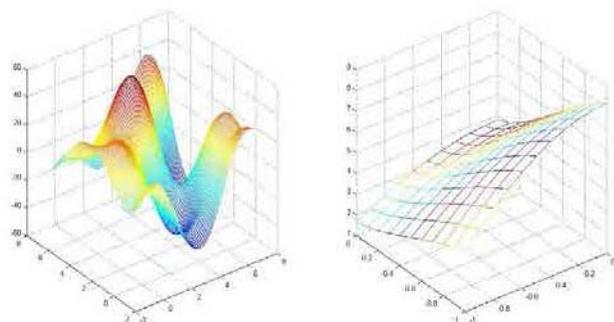
Pada pengujian pasangan objek pertama ini dapat dilihat hasilnya seperti gambar 9. Dimensi dari pasangan objek tersebut adalah $41 \times 41 \times 41$ untuk permukaan yang besar, dan $11 \times 11 \times 11$ untuk permukaan yang kecil. Nilai perbedaan antara dua objek sebesar 3,688 dan waktu yang diperlukan untuk keseluruhan prosesnya adalah 4,11 detik. Hasil registrasi memberikan hasil yang cukup memuaskan, dengan perbedaan kedua objek yang paling besar di antara pasangan objek yang ada.



Gambar 6. Objek II

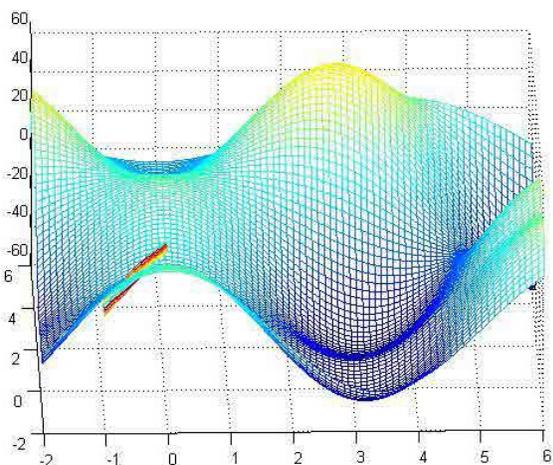
Hasil Pengujian Pasangan Objek II

Pada pengujian pasangan objek pertama ini dapat dilihat hasilnya seperti gambar 10. Dimensi dari pasangan objek tersebut adalah $81 \times 81 \times 81$ untuk permukaan yang besar, dan $11 \times 11 \times 11$ untuk permukaan yang kecil. Nilai perbedaan antara dua objek sebesar 2,7140 dan waktu yang diperlukan untuk keseluruhan prosesnya adalah 20,98 detik. Hasil registrasi menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara dua objek yang digunakan dan hasil ini cukup memuaskan mengingat nilai perbedaan kedua objek

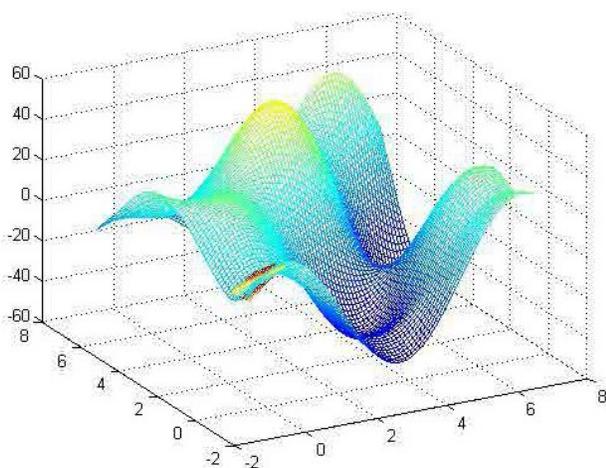


Gambar 7. Objek III

adalah kedua terbesar dari keseluruhan pasangan objek yang digunakan.



Gambar 10. Hasil II



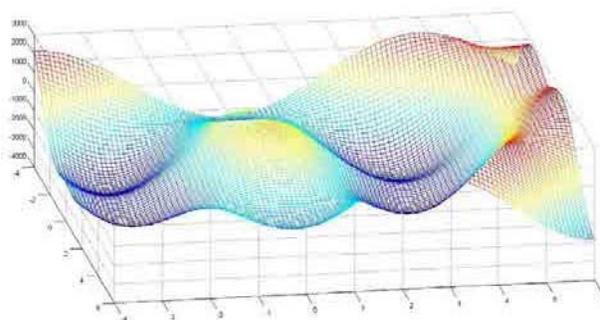
Gambar 11. Hasil III

Hasil Pengujian Pasangan Objek III

Pada pengujian pasangan objek pertama ini dapat dilihat hasilnya seperti gambar 11. Dimensi dari pasangan objek tersebut adalah $81 \times 81 \times 81$ untuk permukaan yang besar, dan $11 \times 11 \times 11$ untuk permukaan yang kecil. Nilai perbedaan antara dua objek sebesar 2,0505 dan waktu yang diperlukan untuk keseluruhan prosesnya adalah 17,94 detik. Hasil pengujian yang dilakukan sangat memuaskan, dengan nilai perbedaan dua objek yang kecil diperoleh hasil pada gambar 11.

Hasil Pengujian Pasangan Objek IV

Pada pengujian pasangan objek pertama ini dapat dilihat hasilnya seperti gambar 12. Dimensi dari pasangan objek tersebut adalah $101 \times 101 \times 101$



Gambar 12. Hasil IV

untuk permukaan yang besar, dan $11 \times 11 \times 11$ untuk permukaan yang kecil. Nilai perbedaan antara dua objek sebesar 2,0553 dan waktu yang diperlukan untuk keseluruhan prosesnya adalah 30,67 detik. Hasil yang diperoleh dari pasangan objek ini kurang memuaskan, karena dengan nilai perbedaan yang kecil diperoleh hasil yang menunjukkan hanya sedikit kemiripan di antara dua objek yang digunakan. Hal ini mungkin disebabkan karena penggunaan fungsi transformasi matriks yang kurang tepat untuk pasangan objek ini.

Dari hasil pengujian terhadap pasangan-pasangan input yang ada, dapat dianalisis bahwa semakin besar ukuran objek yang dilibatkan dalam proses registrasi maka semakin lama waktu yang diperlukan untuk melakukan registrasi.

Ukuran objek tidak menentukan nilai perbedaan antara objek satu dengan yang lain. Faktor yang memengaruhi besar perbedaan antara dua objek adalah bentuk objek-objek itu sendiri. Hal ini karena semakin berbeda bentuk permukaan objek tersebut, maka perbedaan nilai dari fitur angular invariant semakin besar dan gambar atau hasil yang diperoleh dari hasil pengujian semakin terlihat ketidakmiripannya.

Simpulan

Pada makalah ini telah dibahas tentang registrasi citra tiga dimensi menggunakan fitur *angular invariant*. Dari hasil pengujian registrasi 3D menggunakan fitur angular invariant, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu untuk menyelesaikan proses registrasi pada objek berukuran lebih besar membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan objek yang lebih kecil.
2. Kemiripan objek tidak tergantung dari ukurannya, namun tergantung dari nilai perbedaan yang dihasilkan dalam proses registrasi.

3. Proses registrasi 3 dimensi dapat dilakukan dengan hasil yang cukup memuaskan dengan menggunakan fitur Angular Invariant.

Daftar Pustaka

- [1] Jun Jiang, J., Cheng, J., dan Chen, X., (2009), "Registration for 3-D Point Cloud Using Angular-Invariant Feature", *Neurocomputing*, vol. 72, pp. 3839–3844
- [2] Friendly, M., (2008), "Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization", diakses dari www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/milestone.pdf, pada tanggal 21 juni 2010.