

Analisa Perbandingan Teknik *Single-Pass Six-Way Blend* dan Teknik *Threshold Scheme* Rendering Sketsa Pada Obyek Tiga Dimensi

Devanda S. Tamba, Wijayanti Nurul K., dan Rully Soelaiman

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: wijayanti@if.its.ac.id, rully@is.its.ac.id, devanda.tamba12@mhs.if.its.ac.id,

Abstrak—Sketsa merupakan sebuah gambar yang dibuat kasar, ringan, dan tidak memiliki banyak detail. Fokus dari pembuatan sketsa adalah penggambaran bentuk utama obyek dan pengarsiran daerah bayangan obyek. Pada saat melakukan penggambaran sketsa, penarikan garis penggambaran satu dengan lain cenderung tidak sama.

Tugas akhir ini mengimplementasikan program *shader* sketsa arsiran untuk obyek 3D. Pada implementasi *shader*, terdapat dua teknik yang digunakan, yaitu teknik *Single-Pass Six-Way Blend* dan teknik *Threshold Scheme*. Kedua teknik ini menggunakan *Tonal Art Maps* (TAM) untuk pembuatan efek arsiran. Perbedaannya adalah teknik *Single-Pass Six-Way Blend* menggunakan banyak variasi TAM lalu dilakukan proses *blending*, sementara teknik *Threshold Scheme* menggunakan sebuah TAM yang diberikan ambang batas untuk menempelkan efek arsiran pada obyek.

Program *rendering* sketsa arsiran pada obyek 3D telah dapat diimplementasikan menggunakan teknologi *DirectX 9.0* dan IDE *RenderMonkey 1.82*. Kedua teknik dapat menghasilkan visualisasi sketsa arsiran pada obyek 3D. Teknik *Single-Pass Six-Way Blend* menghasilkan visualisasi arsiran yang lebih tebal dan gelap dibandingkan teknik *Threshold Scheme*. Berdasarkan hasil pengujian yang melibatkan sejumlah responden dengan menggunakan kuesioner, diperoleh hasil jika teknik *Single-Pass Six-Way Blend* dinilai lebih baik dibandingkan dengan teknik *Threshold Scheme*.

Kata Kunci—*Non-photorealistic Rendering*, *Rendering Sketsa*, *Shader Programming*, *Tonal Art Maps*.

I. PENDAHULUAN

SKETSA merupakan sebuah gambar yang dibuat kasar, ringan, dan tidak memiliki banyak detail. Fokus utama dari pembuatan sketsa adalah penggambaran bentuk utama obyek dan pengarsiran daerah bayangan obyek. Pada saat melakukan penggambaran sketsa, penarikan garis penggambaran satu dengan lain cenderung tidak sama. Selain itu, penarikan garis arsiran sketsa bisa sejajar ataupun menumpuk bersilangan.

Di dalam grafika komputer, sketsa dapat digunakan sebagai sebuah efek *rendering* terhadap obyek 3D. Pembuatan *rendering* efek sketsa pada obyek 3D menggunakan konsep-konsep penggambaran sketsa pada dunia nyata [1]. *Rendering* efek sketsa pada obyek 3D dapat dibuat menggunakan *shader tools* yang dapat memberikan berbagai karakteristik obyek 3D seperti pencahayaan, pembentukan bayangan, dan tekstur.

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam proses pembangkitan sketsa adalah metode *Tonal Art Maps* (TAM) [2]. TAM merupakan satu atau kumpulan beberapa tekstur arsiran yang dikomputasikan sesuai dengan karakteristik obyek 3D untuk ditempelkan pada obyek 3D.

Pada tugas akhir ini, akan dilakukan pembuatan *shader* sketsa arsiran yang memberikan hasil visualisasi sketsa terhadap masukan obyek 3D dengan menggunakan dua pendekatan metode TAM, yaitu *Single-Pass Six-Way Blend* [2] dan *Threshold Scheme* [3]. *Shader* dibuat secara dinamis agar efek sketsa dapat dibuat secara *real-time* sehingga ketika posisi maupun lingkungan sekitar obyek 3D dirubah maka efek sketsa akan menyesuaikan dengan perubahan tersebut dan membentuk pola sketsa arsiran yang baru.

II. METODE RENDERING SKETSA

Metode dalam pembuatan *shader* sketsa pada tugas akhir ini adalah *Tonal Art Maps*. Pendekatan metode yang digunakan ada dua, yaitu teknik *Single-Pass Six-Way Blend* dan teknik *Threshold Scheme*. Dalam pembuatan *shader* digunakan *vertex shader* dan *pixel shader*.

Pada *vertex shader*, kedua teknik ini memerlukan komputasi lingkungan sekitar obyek 3D seperti posisi obyek, posisi kamera, dan pencahayaan. Hasil dari komputasi lingkungan disekitar obyek 3D digunakan untuk melakukan *mapping* tekstur arsiran sebelum ditempelkan pada obyek 3D. Setelah komputasi pada *vertex shader* selesai dilakukan, hasil proses *vertex shader* dikirim pada *pixel shader* untuk dilakukan komputasi lebih lanjut. Pada *pixel shader*, dilakukan komputasi hasil *vertex shader* untuk menempelkan tekstur arsiran pada obyek 3D. Setelah itu, program *shader* dirender dan didapat hasil visualisasi sketsa arsiran pada obyek 3D.

A. Teknik *Single-Pass Six-Way Blend*

Pada teknik *Single-Pass Six-Way Blend*, *Tonal Art Maps* (TAM) yang digunakan sebanyak enam tekstur arsiran. Keenam tekstur ini memiliki perbedaan *tone* (gradasi terang / gelap warna setiap tekstur) [4]. Masukan TAM akan digunakan pada proses penempelan tekstur *hatching* (arsiran). Proses dari teknik *Single-Pass Six-Way Blend* ditunjukkan pada Gambar 1.

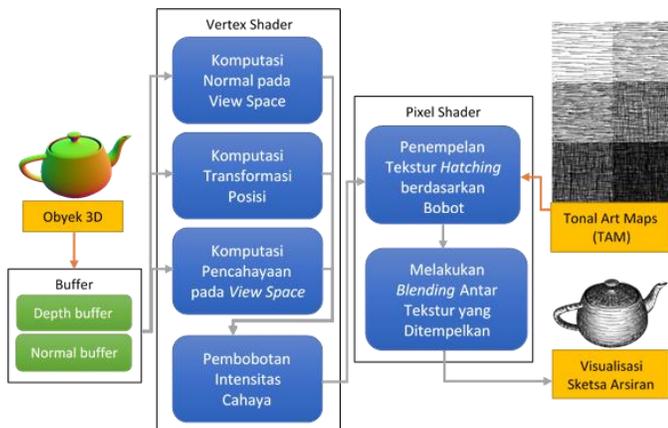
Proses teknik ini dimulai dari masukan obyek 3D. Obyek ini

diproses pada dua buah *buffer*, yaitu *depth buffer* dan *normal buffer*. Hasil proses *buffer* digunakan pada *vertex shader*. Pada *vertex shader*, proses komputasi normal pada *view space*, komputasi transformasi posisi, dan komputasi pencahayaan pada *view space* bertujuan untuk memproses faktor lingkungan di sekitar obyek 3D. Hasil proses faktor lingkungan digunakan pada proses pembobotan intensitas cahaya. Proses ini bertujuan melakukan *mapping* / pengelompokkan *tone* setiap *vertex* obyek 3D. Pembobotan ini menggunakan prinsip kombinasi linear *convex* [2] seperti Persamaan 1.

$$\sum_{i=0}^1 weight_{i,x} + weight_{i,y} + weight_{i,z} = 1 \tag{1}$$

Nilai dari *weight* / bobot pencahayaan pada setiap *vertex* terdiri dari *weight x*, *weight y*, dan *weight z*. Nilai dari ketiga *weight* ini dikomputasikan pada perhitungan intensitas cahaya obyek 3D yang dihitung menggunakan enam rentang intensitas cahaya sesuai dengan karakteristik *tone* pada setiap tekstur arsiran. Sesuai dengan prinsip kombinasi linear *convex*, jumlah dari *weight x*, *weight y*, dan *weight z* pada setiap *vertex* harus menghasilkan jumlah bobot yang bernilai satu.

Pada *pixel shader*, proses penempelan tekstur *hatching* (arsiran) menggunakan masukan TAM disesuaikan dengan hasil *mapping* dari proses *vertex shader*. Setelah penempelan tesktur pada obyek 3D selesai kemudian dilakukan proses *blending* antar tekstur yang telah ditempelkan. Terakhir, didapat hasil akhir visualisasi sketsa arsiran.



Gambar 1. Diagram Alur Proses Teknik *Single-Pass Six-Way Blend*

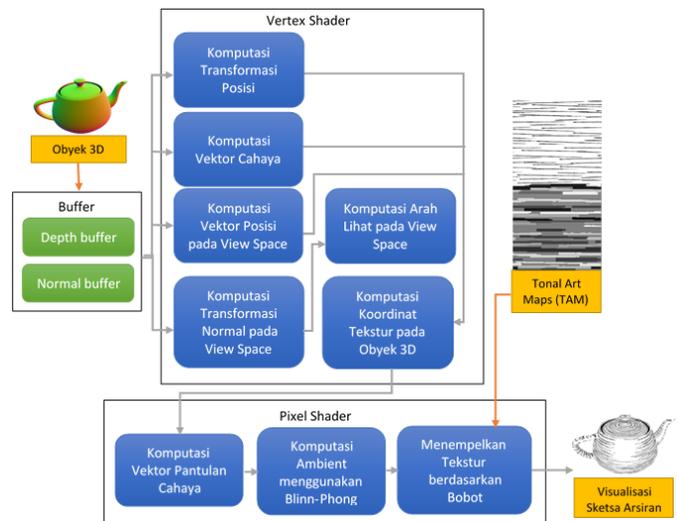
B. Teknik *Threshold Scheme*

Pada teknik *Threshold Scheme*, *Tonal Art Maps* (TAM) yang digunakan sejumlah satu tekstur arsiran. Tekstur ini diproses pada *alpha level* untuk diambil intensitas setiap garis arsiran pada tekstur [5]. Proses teknik ini memiliki garis besar yang mirip seperti teknik *Single-Pass Six-Way Blend*. Proses teknik *Threshold Scheme* ditunjukkan pada Gambar 2.

Proses teknik ini dimulai dari masukan obyek 3D. Obyek ini diproses pada dua buah *buffer*, yaitu *depth buffer* dan *normal buffer*. Hasil proses *buffer* digunakan pada *vertex shader*. Pada *vertex shader*, proses komputasi transformasi posisi, komputasi vektor cahaya, komputasi vektor posisi pada *view space*, komputasi transformasi normal pada *view space*, dan

komputasi arah lihat pada *view space* memiliki tujuan yang sama seperti teknik sebelumnya, yaitu memproses faktor lingkungan di sekitar obyek 3D. Hasil dari proses tersebut digunakan pada proses komputasi koordinat tekstur pada obyek 3D. Proses ini bertujuan untuk *mapping vertex* yang disesuaikan dengan setiap garis arsiran pada satu tekstur. Untuk membuat kesan arsiran yang bersilangan dapat dilakukan translasi maupun rotasi antar garis arsiran dari satu tekstur.

Pada *pixel shader*, proses awal yang dilakukan adalah komputasi vektor pantulan cahaya. Setelah itu, vektor pantulan cahaya digunakan dalam komputasi *ambient* menggunakan *Blinn-Phong*. Komputasi ini bertujuan untuk menghitung intensitas cahaya pada obyek 3D. Kemudian, dilakukan penempelan tekstur arsiran pada obyek 3D sesuai dengan intensitas cahaya dan perhitungan koordinat tekstur pada proses *vertex shader*. Terakhir, didapat hasil akhir visualisasi sketsa arsiran.



Gambar 2. Diagram Alur Proses Teknik *Threshold Scheme*

III. UJI COBA DAN HASIL ANALISA

A. Lingkungan Uji Coba

Uji coba dilakukan menggunakan perangkat keras Intel® Core™ i3-CPU (3.07 GHz), RAM 4.00 GB, dan *Graphic Card* Intel® HD *Graphics*. Perangkat lunak yang digunakan adalah *DirectX* 9.0c SDK dan IDE *RenderMonkey* 1.82. Model obyek 3D yang digunakan adalah model *teapot*, model *torus*, model *bunny*, dan model *fist*. Model *teapot*, model *torus*, dan model *bunny* tersedia pada IDE *RenderMonkey*. Model *fist* didapat dari NTU 3D Model *Database* ver.1 [6]. Model ini *dirender* pada IDE *RenderMonkey* sehingga menampilkan visualisasi seperti gambar pada Lampiran.

Hasil visualisasi ini digunakan pada kuesioner untuk dinilai kualitas arsiran model obyek 3D yang telah dihasilkan. Kuesioner ini diberikan kepada sejumlah responden yang memiliki latar belakang bidang seni / desain grafis / grafika komputer. Responden dapat memberikan nilai dari skala 1 (sangat buruk) sampai skala 5 (sangat baik).

B. Hasil Uji Coba

Pada uji coba pertama, dilakukan observasi penilaian responden terhadap visualisasi arsiran kasar teknik *Single-Pass Six-Way Blend*. Pada kuesioner ditampilkan gambar hasil *rendering* obyek *teapot* dan *torus* seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4. Parameter yang digunakan untuk penilaian dalam kuesioner terdapat tiga, yaitu kualitas detail arsiran, kualitas arsiran dilihat dari beberapa sudut pandang, dan kualitas arsiran dilihat dari beberapa arah pencahayaan. Penilaian dari setiap parameter ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1.
Tabel Hasil Uji Coba 1

Parameter	Modus
Kualitas detail arsiran	3
Kualitas arsiran dilihat dari beberapa sudut pandang	4
Kualitas arsiran dilihat dari beberapa arah pencahayaan	3

Pada uji coba kedua, dilakukan observasi penilaian responden terhadap visualisasi arsiran halus teknik *Single-Pass Six-Way Blend*. Pada kuesioner ditampilkan gambar hasil *rendering* obyek *bunny* dan *fist* seperti pada Gambar 5 dan Gambar 6. Kemudian digunakan tiga buah parameter seperti uji coba pertama untuk penilaian dalam kuesioner. Penilaian dari setiap parameter ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2.
Tabel Hasil Uji Coba 2

Parameter	Modus
Kualitas detail arsiran	4
Kualitas arsiran dilihat dari beberapa sudut pandang	4
Kualitas arsiran dilihat dari beberapa arah pencahayaan	3

Pada uji coba ketiga, dilakukan observasi penilaian responden terhadap visualisasi arsiran teknik *Threshold Scheme*. Pada kuesioner ditampilkan gambar hasil *rendering* obyek *teapot* dan *torus* seperti pada Gambar 7 dan Gambar 8. Kemudian digunakan kembali ketiga parameter pada uji coba sebelumnya untuk penilaian dalam kuesioner. Penilaian dari setiap parameter ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3.
Tabel Hasil Uji Coba 3

Parameter	Modus
Kualitas detail arsiran	3
Kualitas arsiran dilihat dari beberapa sudut pandang	3
Kualitas arsiran dilihat dari beberapa arah pencahayaan	2

Pada uji coba terakhir, responden diminta menilai hasil teknik *Single-Pass Six-Way Blend* dan teknik *Threshold Scheme* dari seluruh gambar visualisasi pada uji coba sebelumnya. Penilaian dari kedua teknik ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4.
Tabel Hasil Uji Coba 4

Teknik Shader Sketsa Arsiran	Modus
Teknik <i>Single-Pass Six-Way Blend</i>	4
Teknik <i>Threshold Scheme</i>	3

IV. KESIMPULAN

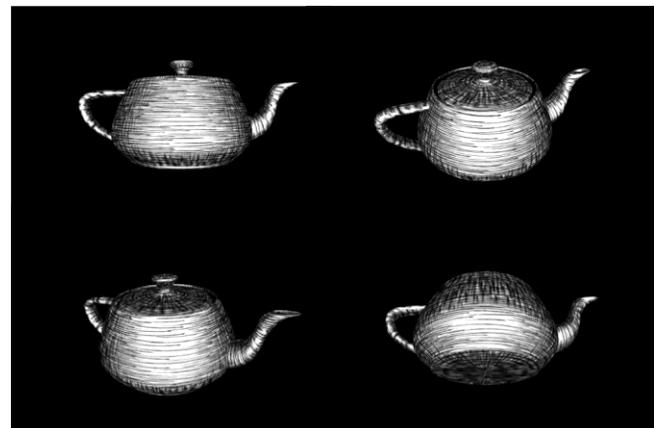
Dari hasil uji coba yang telah dilakukan terhadap pembuatan program *shader* sketsa arsiran dengan teknik *Single-Pass Six-*

Way Blend dan teknik *Threshold Scheme* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

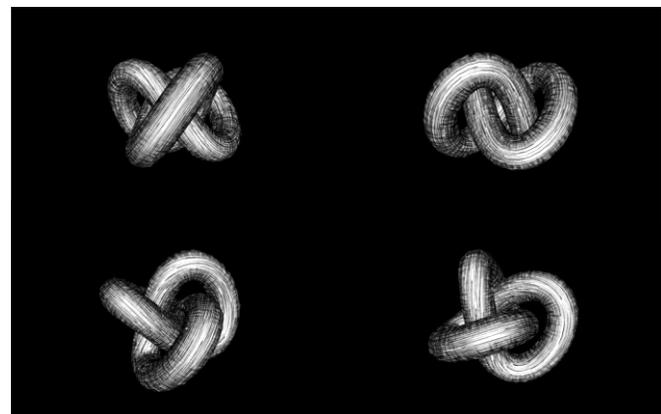
- 1) Perangkat lunak *rendering* sketsa arsiran pada obyek 3D telah dapat diimplementasikan menggunakan teknologi *DirectX 9.0* dan IDE *RenderMonkey 1.82* dengan *Tonal Art Maps* sebagai masukan untuk arsiran.
- 2) Terdapat dua teknik *rendering* sketsa arsiran yang diaplikasikan pada perangkat lunak yang telah dibangun, yaitu teknik *Single-Pass Six-Way Blend* dan teknik *Threshold Scheme*. Adapun perbedaan dari kedua teknik ini adalah hasil visualisasi teknik pertama lebih tebal dan gelap dibandingkan visualisasi teknik kedua.
- 3) Berdasarkan hasil pengujian yang melibatkan 22 responden dengan menggunakan kuesioner, diperoleh hasil jika teknik *Single-Pass Six-Way Blend* dinilai lebih baik dibandingkan dengan teknik *Threshold Scheme*.

Pengembangan yang dapat dilakukan adalah melakukan pengembangan lebih lanjut terhadap penggunaan *Tonal Art Maps* (TAM) dan melakukan integrasi dengan modul pembangkitan pena dinamis agar hasil arsiran yang ditampilkan mirip dengan buatan tangan manusia.

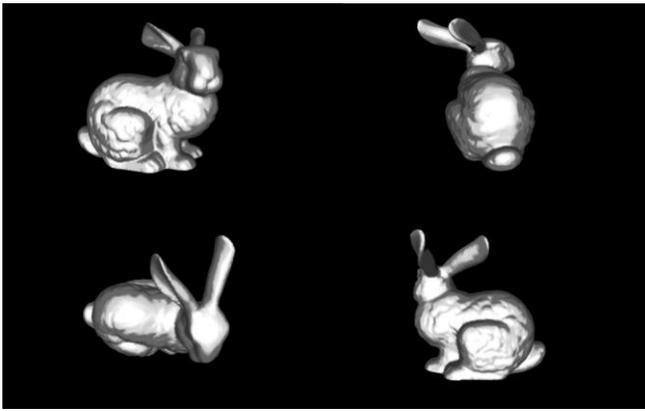
LAMPIRAN



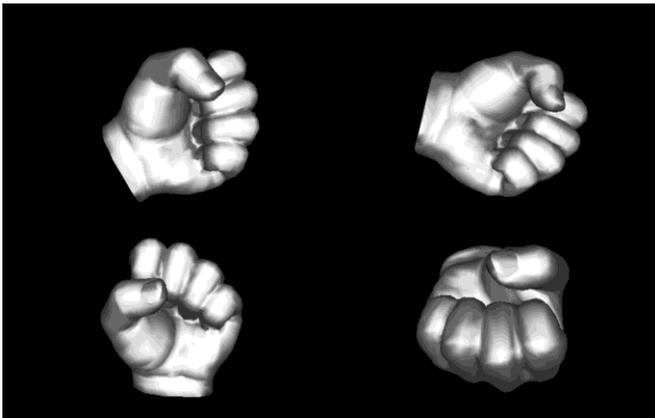
Gambar 3. Hasil *Rendering* Arsiran Kasar Teknik *Single-Pass Six-Way Blend* pada Obyek *Teapot*



Gambar 4. Hasil *Rendering* Arsiran Kasar Teknik *Single-Pass Six-Way Blend* pada Obyek *Torus*



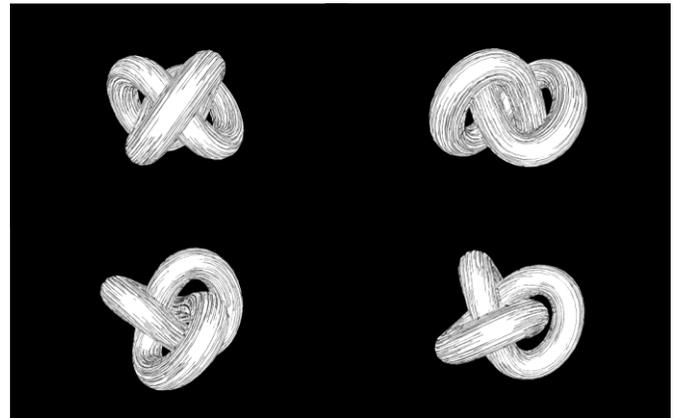
Gambar 5. Hasil *Rendering* Arsiran Halus Teknik *Single-Pass Six-Way Blend* pada Obyek *Bunny*



Gambar 6. Hasil *Rendering* Arsiran Halus Teknik *Single-Pass Six-Way Blend* pada Obyek *Fist*



Gambar 7. Hasil *Rendering* Teknik *Threshold Scheme* pada Obyek *Teapot*



Gambar 8. Hasil *Rendering* Teknik *Threshold Scheme* pada Obyek *Torus*

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis D.S.T mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan YME yang telah melimpahkan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan baik. Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada Ibu Wijayanti Nurul K. dan Bapak Rully Soelaiman yang telah banyak membantu dan membimbing dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Orbay and L. B. Kara, "Pencil-Like Sketch *Rendering* of 3D Scenes Using Trajectory Planning and Dynamic Tracking," *Journal of Visual Languages and Computing*, pp. 481-493, 2014.
- [2] E. Praun, H. Hoppe, M. Webb and A. Finkelstein, "Real-Time Hatching," *Proceedings of the 28th annual conference on Computer graphics and interactive techniques. ACM*, 2001.
- [3] M. Webb, E. Praun, A. Finkelstein and H. Hoppe, "Fine Tone Control in Hardware Hatching," *Proceedings of the 2nd international symposium on Non-photorealistic animation and rendering. ACM*, 2002.
- [4] W. F. Engel, *Direct3D ShaderX : Vertex and Pixel Shader Tips and Tricks*, Texas: Wordware Publishing, Inc., 2002.
- [5] W. F. Engel, *Shader X2 : Shader Programming Tips and Tricks with DirectX 9*, Texas: Wordware Publishing, Inc., 2004.
- [6] D.-Y. Chen, X.-P. Tian, Y.-T. Shen and M. Ouhyoung, "On Visual Similarity Based 3D Model Retrieval," *Computer Graphics Forum (EUROGRAPHICS'03)*, vol. 22, pp. 223-232, 2003.