

PEMBUATAN APLIKASI *STEREOGRAM GENERATOR*

Rudy Adipranata¹, Danny Raharja, Cherry Galatia Ballangan²
Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya
E-mail: rudya@petra.ac.id¹, cherry@petra.ac.id²

Abstrak

Di dalam pengolahan citra digital, terdapat banyak cara atau metode untuk menghasilkan suatu citra agar menjadi lebih menarik. Salah satu hasil pengolahan citra tersebut adalah *stereogram*, dimana pengolahan citra jenis ini dapat membuat citra tampak lebih menarik. Hal ini disebabkan citra jenis ini dapat membuat impresi pada otak manusia sebagai obyek tiga dimensi yang keluar dari citra dua dimensi biasa. Pada penelitian ini, dikembangkan aplikasi *stereogram generator* dengan melakukan penggabungan *depth mask* dan *pattern* yang di-input-kan atau dengan menggunakan titik-titik acak yang di-generate secara otomatis. Proses ini dilakukan dengan memindah posisi piksel sesuai dengan *gray value* pada *depth mask*.

Kata kunci: *stereogram*, *depth mask*, *pattern*

1. PENDAHULUAN

Di dalam bidang pengolahan citra digital, terdapat metode-metode yang dikembangkan untuk untuk menghasilkan citra yang menarik. Citra *stereogram* merupakan salah satu bentuk hasil dari pengolahan citra digital untuk menyembunyikan suatu obyek tiga dimensi (3D) di dalam citra dua dimensi. Untuk dapat melihat obyek 3D tersebut, dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu metode *cross eyed* (melihat dengan fokus mata didepan citra) atau *wall eyed* (melihat dengan fokus mata dibelakang citra). Pertama kali citra ini ditemukan dan diperkenalkan oleh Charles Wheatstone pada tahun 1838 (Sir Charles Wheatstone, 2008). Citra-citra tersebut kelihatan sederhana, tetapi karena citra tersebut memiliki efek 3D maka citra tersebut menjadi sangat menarik.

Proses pembuatan *stereogram* terjadi dengan menggabungkan obyek yang akan ditampilkan sebagai obyek 3D dan *pattern* yang akan menjadi *background*. Pada *texture pattern* dilakukan perubahan piksel yang disesuaikan dengan obyek yang akan ditampilkan.

2. *STEREOGRAM*

Stereogram adalah sebuah citra yang didesain agar sebuah citra dua dimensi dapat diinterpretasikan sedemikian rupa sehingga seolah-olah merupakan sebuah obyek 3D. Untuk dapat melihat obyek 3D tersebut, otak harus dapat mengkoordinasikan mata agar dapat memfokuskan pandangan pada titik fokus yang sesuai dengan posisi citra (Tyler, 1990).

Tipe *stereogram* yang paling sederhana adalah *stereogram* yang terdiri dari *pattern* yang diulang secara horisontal dan biasa dikenal dengan nama *wallpaper stereogram*. Ketika *wallpaper* tersebut dilihat dengan titik fokus yang sesuai, pola *pattern* tersebut akan terlihat muncul ke depan citra (Wikipedia, 2008).

Ada dua buah cara untuk melihat *stereogram*. Yaitu dengan cara *wall-eyed* dan *cross-eyed*. Namun kebanyakan *stereogram* dibuat agar dapat dilihat hanya dengan satu cara saja, yaitu cara *wall-eyed*.

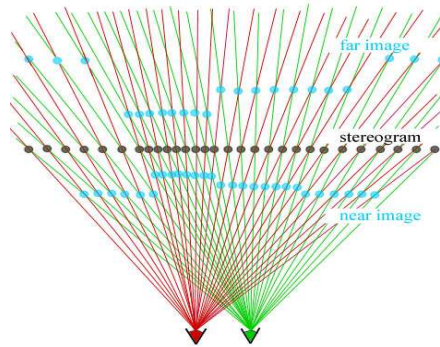
Wall-eyed adalah metode melihat citra *stereogram* dengan cara memandang pada obyek di belakang citra untuk mendapatkan titik fokus yang sesuai (Scott, 2000). Sehingga mata kiri hanya melihat bagian obyek yang memang harus dilihat dengan mata kiri saja, begitu pula dengan mata kanan. Untuk mempermudah pemahaman, hal ini dapat dilakukan pada permukaan citra yang dapat memantulkan bayangan. Sehingga pengamat melihat pencerminan bayangan dirinya dibelakang citra.

Cara yang lain adalah dengan cara seorang pengamat meletakkan jari pada posisi diantara citra dan mata. Pengamat memfokuskan pandangan pada jari sambil memperhatikan citra *stereogram*. Bila tidak terlihat, maka pengamat perlu mengubah posisi jarinya ke depan atau ke belakang hingga fokusnya tepat. Metode ini lebih dikenal dengan nama *cross-eyed* (Scott, 2000). Ilustrasi kedua cara untuk melihat *stereogram* tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Stereopsis atau *stereo vision* adalah pencampuran penglihatan dari dua buah citra yang serupa namun tidak sama satu dengan yang lain yang akan menghasilkan persepsi yang memiliki kepadatan dan kedalaman (3D) di otak manusia. *Stereopsis* adalah hasil dari suatu mekanisme yang kompleks yang menghasilkan kesan 3D dengan memasang tiap titik atau beberapa titik di salah satu mata dengan titik yang sepadan di mata yang lain (Mathematische, 2008).

Ketika otak memperoleh *input* berupa *pattern* berulang seperti *wallpaper*, maka otak akan kesulitan untuk mencocokkan penglihatan dari kedua mata dengan akurat. Dengan melihat *pattern* yang berulang secara horisontal serta menyatukan pandangan kedua mata pada sebuah titik di belakang *pattern*, maka otak dapat mencocokkan sebuah elemen yang terlihat oleh mata kiri dengan elemen lain yang mirip di sebelah elemen pertama serta terlihat oleh mata kanan. Dengan menggunakan metode melihat *wall eyed*, akan terlihat sebuah

papan dengan *pattern* yang sama tetapi terletak di belakang dinding real. Jarak papan yang terbentuk tergantung pada jarak antar elemen yang identik.



Gambar 1. Cara Melihat Stereogram

Stereogram menggunakan prinsip ini untuk menciptakan kedalaman dari suatu obyek. Jika pada suatu area dari pola pada *pattern* diulang-ulang pada jarak yang relatif dekat maka kedalaman obyek itu akan terlihat semakin jauh dengan *background*. Begitu pula sebaliknya, bila pola itu diulang pada jarak yang lebih jauh maka akan terlihat lebih dekat dari *background*-nya.

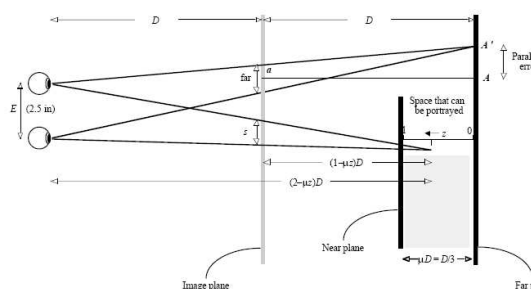
3. DEPTH MASK

Depth mask adalah sebuah citra *grayscale* yang mempresentasikan jarak antar piksel dengan menggunakan nilai *grayscale* antara hitam dan putih. Dengan menggunakan nilai pada *grayscale* ini, sebuah *grayscale depth-mask* dapat dibuat dengan warna hitam, abu-abu, dan putih yang dipresentasikan dengan jarak 20, 10 dan 0 piksel. *Depth-mask* adalah sebuah kunci untuk menghasilkan suatu *stereogram* (Wikipedia, 2008).

Untuk membuat *depth mask* sederhana, dapat digunakan suatu *software* pengolah citra. Pertama kali dibuat suatu obyek yang nantinya akan ditampilkan sebagai obyek 3D pada citra *stereogram*. Kemudian dilakukan proses pewarnaan pada obyek tersebut dimana warna dari obyek tersebut berupa *grayvalue*. Nilai dari obyek tersebut yang memiliki warna putih lebih besar akan berada lebih menonjol pada *output* citra *stereogram*. Hal ini berlaku juga dengan *background* dari citra *depth mask* tersebut.

4. ALGORITMA PEMBUATAN CITRA STEREOGRAM

Algoritma dasar pembuatan gambar *stereogram* adalah mengambil nilai piksel pada tiap titik di seluruh bagian citra. Nilai piksel ini akan bernilai mulai dari 0 (hitam) sampai 1 (putih). Sedangkan posisi kedalaman dari obyek 3D yang akan ditampilkan diberi nilai $1/3 (\mu)$. Kedalaman yang dimaksudkan ini adalah jarak antara *background* dan obyek 3D pada citra *stereogram*. Semakin besar nilai pada μ akan menyebabkan obyek 3D akan semakin dekat dengan *background* pada citra *stereogram*. Gambar 2 akan memberikan gambaran mengenai variabel-variabel yang akan dipakai (Thimbleby, 2007).



Gambar 2. Variabel pada Stereogram

Variabel S pada Gambar 2 menunjukkan besarnya titik separasi antar titik dari koordinat *depth mask* yang akan diolah ($Z[x][y]$). Nilai dari variabel Z sendiri akan berkisar antara 0 sampai 1. Dengan demikian, jarak $1-\mu D$ di depan *background stereogram* akan didapat dengan rumus 1.

$$S = \frac{1 - \mu Z}{2 - \mu Z} E \quad (1)$$

Keterangan Rumus :

S : jarak pergeseran piksel

μ : posisi kedalaman obyek yang terdekat dan yang terjauh dari mata

Z : nilai dari piksel (0 – 255)

E : jarak antara mata kiri dan kanan (dalam satuan *inchi*).

Berdasarkan rumus 1 diatas, dapat dilihat bahwa relasi antara S dan Z adalah relasi yang merupakan dasar dari pembuatan citra *stereogram*. Sebuah obyek yang akan ditampilkan pada suatu citra *stereogram* harus berada pada posisi diantara *near plane* (permukaan obyek 3D yang berada pada posisi paling dekat dengan mata) dan *far plane* (permukaan obyek 3D yang berada pada posisi paling jauh dengan mata). Obyek yang berada pada jarak paling jauh disamakan dengan posisi penglihatan mata pada posisi terjauh yang besarnya sama dengan jarak mata ke permukaan citra (D). Nilai D ini akan menjadi acuan yang cukup mudah untuk melihat citra *stereogram* karena ketika melihat citra *stereogram*, mata harus melihat pada titik fokus dibelakang citra.

Meskipun demikian, tidak dapat dipungkiri bahwa pembuatan dua buah titik yang nantinya akan menjadi obyek 3D justru akan semakin kacau karena tiap titik tersebut akan menjadi acuan untuk bagian obyek 3D yang lainnya. Karena itu, untuk menghasilkan obyek 3D yang serupa dengan bentuk pada *depth mask* perlu dilakukan suatu proses yang disebut *Hidden Surface Removal*. (Thimbleby, 2007).

5. HIDDEN SURFACE REMOVAL

Pada saat melakukan transisi di tiap titik untuk menghasilkan obyek 3D, tidak jarang permukaan pada *foreground* mengganggu penglihatan mata akan kedalaman suatu obyek 3D. Padahal pada suatu obyek 3D, kedalaman dari obyek itu sendiri sangat berpengaruh untuk mengetahui obyek tersebut adalah obyek 3D atau bukan.

Hidden surface removal adalah suatu masalah teknis yang menyangkut masalah detil dari obyek tersebut. Guna dari proses ini adalah untuk menampilkan bagian titik mana yang perlu ditampilkan sebagai obyek 3D dan bagian mana yang seharusnya tidak ditampilkan karena tertutup oleh obyek bagian depan.

Nilai dari suatu titik tidak perlu ditampilkan apabila $z_l > z_t$, dimana z_l adalah koordinat titik dari bagian yang akan dikaburkan. Sedangkan z_t adalah koordinat penglihatan dari mata sampai obyek 3D. Nilai koordinat x tergantung pada jarak t . Apabila ada suatu nilai yang mengganggu nilai dari titik yang ada di depannya ($t > 0$ dan $z_t = 1$), maka titik tersebut tidak lagi perlu dilihat oleh mata. Hal itu bisa dihitung dengan rumus 2:

$$\frac{t}{(Z_t - Z_0)\mu D} = \frac{E/2}{(2 - \mu Z_0)D} \quad (2)$$

dengan demikian, persamaan untuk z_t bisa didapat dengan menggunakan rumus 3:

$$Z_t = Z_0 + \frac{2(Z - \mu Z_0)r}{\mu E} \quad (3)$$

Keterangan Rumus :

Z_t : titik yang dilihat oleh mata pada saat melihat obyek *stereogram*

Z_0 : titik dari obyek *stereogram*

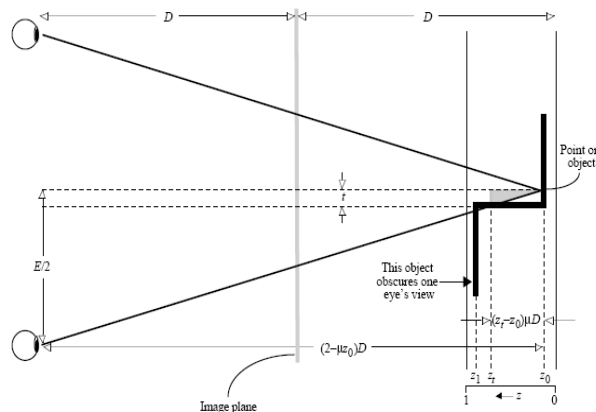
μ : posisi kedalaman obyek yang terdekat dan yang terjauh dari mata

E : jarak antara mata kiri dan kanan (dalam satuan *inchi*)

t : jarak antara titik di obyek dan garis yang dilihat mata

D : jarak antara citra dengan mata

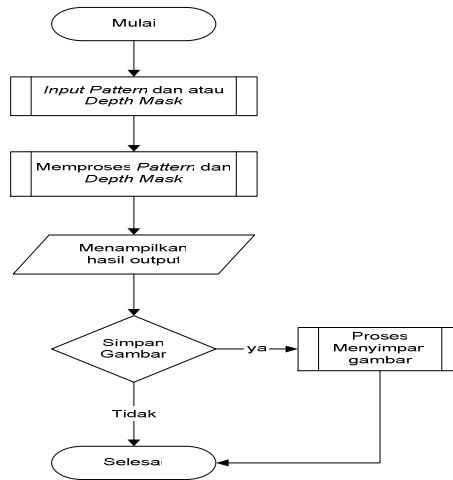
Agar lebih jelas, Gambar 3 berikut memberikan visualisasi terhadap apa yang dimaksud dari rumus *hidden surface removal* (Thimbleby, 2007).



Gambar 3. *Hidden Surface Removal*

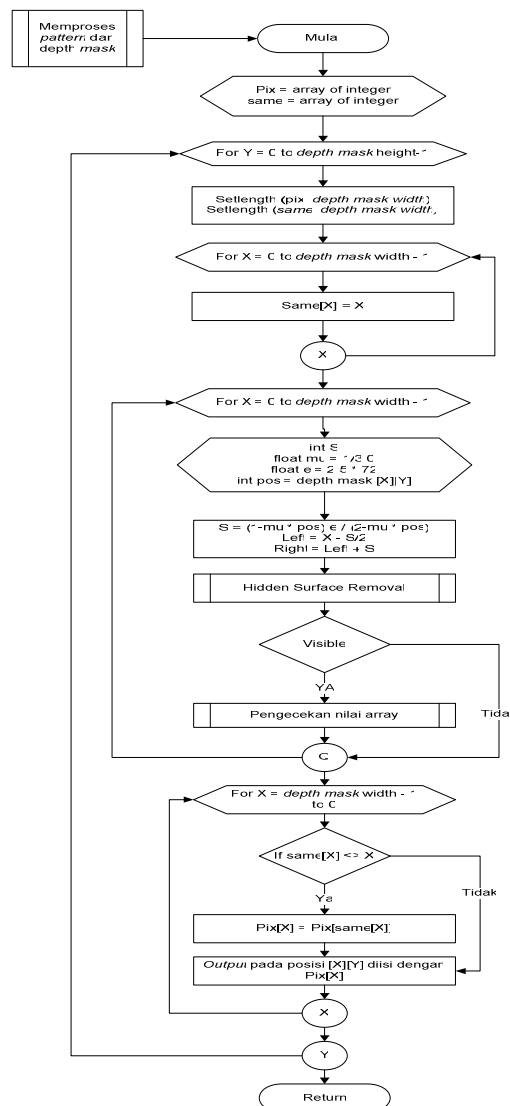
6. DESAIN SISTEM

Sebelum implementasi dilakukan desain sistem menggunakan diagram alir. Secara garis besar, diagram alir sistem terdapat pada Gambar 4.



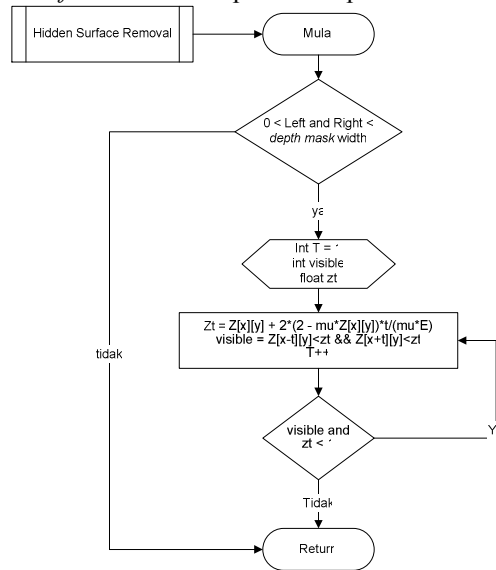
Gambar 4. Diagram Alir Sistem

Sebagai masukan bagi sistem adalah pattern serta depth mask yang digunakan sebagai obyek 3D. Kemudian sistem akan melakukan proses untuk menghasilkan citra *stereogram*. Untuk pemrosesan *pattern* serta *depth mask* dapat dilihat pada Gambar 5



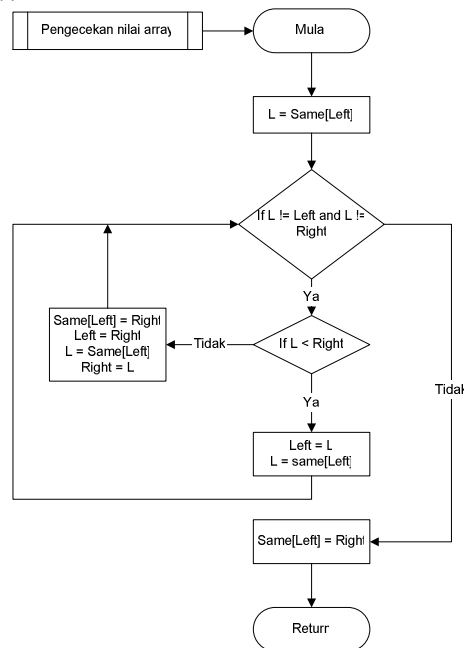
Gambar 5. Diagram Alir Proses *Pattern* dan *Depth Mask*

Proses hidden surface removal dilakukan untuk memfilter piksel-piksel yang tidak perlu ditampilkan. Diagram alir untuk proses *hidden surface removal* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir *Hidden Surface Removal*

Selain itu pada proses *pattern* serta *depth mask* terdapat sub proses pengecekan nilai *array* yang digunakan untuk melakukan pengecekan nilai *array* dimana pada *array* tersebut terdapat nilai piksel yang nantinya akan menjadi output pada tiap barisnya. Nilai dari *array* tersebut diperiksa pada posisi kiri dan kanan karena nilai pada posisi kiri hanya akan dilihat oleh mata kiri dan nilai pada posisi kanan hanya akan dilihat oleh mata kanan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir Pengecekan Nilai *Array*

7. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Implementasi sistem dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7. Untuk pengujian sistem, dilakukan dengan menggunakan beberapa kasus yaitu pengujian perbedaan posisi obyek pada *depth mask*, pengujian perbedaan *gray value* obyek pada *depth mask* serta pengujian perbedaan pola *pattern*.

Pengujian perbedaan posisi obyek pada *depth mask* dilakukan untuk melihat *output* yang dihasilkan apabila bentuk obyek pada *depth mask* (bagian dari *depth mask* yang berwarna tidak hitam) diletakkan pada posisi yang berbeda-beda. Pengujian dilakukan dengan bentuk obyek persegi diletakkan pada bagian tengah serta bagian

pojok citra. Gambar 8 menunjukkan obyek yang diletakkan pada tengah serta Gambar 9 merupakan hasil *stereogram*.

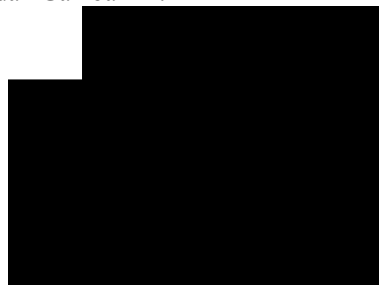


Gambar 8. *Depth Mask* Dengan Obyek di Tengah



Gambar 9. Hasil *Stereogram* dari Input Gambar 8

Selain itu dilakukan pengujian dengan obyek diletakkan pada pojok kiri atas hingga menyentuh tepi citra. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. *Depth Mask* Dengan Obyek di Pojok Kiri Atas



Gambar 11. Hasil *Stereogram* dari Input Gambar 10

Hasil *stereogram* yang terdapat pada Gambar 11 sulit untuk dilihat mata karena titik korespondensi yang berada disebelah kiri obyek terletak di luar bidang gambar.

Pengujian perbedaan *gray value* obyek pada *depth mask* dilakukan untuk melihat pengaruh nilai *gray value* terhadap *stereogram* yang dihasilkan. Input yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 12 dan hasil *stereogram* terdapat pada Gambar 13.

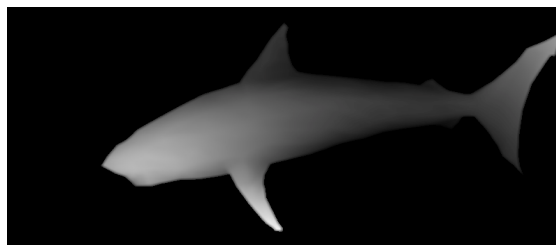


Gambar 12. Input Obyek Berbeda Nilai *Gray Value*



Gambar 13. Hasil *Stereogram* dari Input Gambar 12

Dari hasil *stereogram*, dapat dilihat bahwa obyek yang sama tetapi bidang berwarna lebih putih akan berada lebih dekat dengan pengamat. Pengujian lain dilakukan dengan menggunakan input yang mempunyai gradasi warna seperti pada Gambar 14 dan menghasilkan *stereogram* pada Gambar 15.

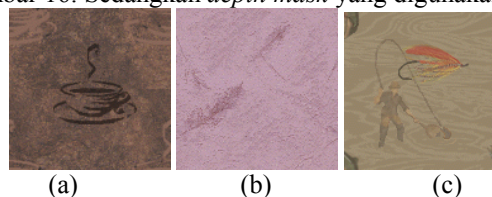


Gambar 14. Input Obyek dengan Gradasi Warna

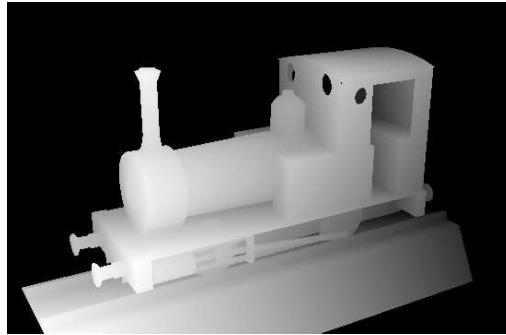


Gambar 15. Hasil *Stereogram* dari Input Gambar 14

Pengujian terakhir dilakukan dengan perbedaan *pattern* yang digunakan. Pada pengujian ini digunakan beberapa *pattern* seperti terlihat pada Gambar 16. Sedangkan *depth mask* yang digunakan terdapat pada Gambar 17.



Gambar 16 (a,b,c). *Pattern* yang Digunakan



Gambar 17. Input *Depth Mask*

Stereogram yang dihasilkan dengan menggunakan masing-masing pattern dapat dilihat pada Gambar 18 hingga Gambar 20.



Gambar 18. Hasil *Stereogram* dengan *Pattern* Gambar 16a



Gambar 19. Hasil *Stereogram* dengan *Pattern* Gambar 16b



Gambar 20. Hasil *Stereogram* dengan *Pattern* Gambar 16c

8. KESIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan menjadi beberapa hal, yaitu obyek pada *depth mask* yang terletak di bagian tepi kiri maupun tepi kanan bidang gambar akan sulit untuk dilihat karena mata manusia tidak dapat melihat pasangan titik (titik korespondensi) yang terletak di luar bidang gambar.

Semakin putih warna obyek pada *depth mask*, maka hasil *stereogram* akan membuat obyek tersebut berada lebih dekat dengan pengamat. Sebaliknya bila warna pada obyek semakin gelap, maka hasil *stereogram* akan membuat obyek tersebut berada lebih jauh dari pengamat.

DAFTAR PUSTAKA

- Wikipedia. 2008. *Autostereogram*. Diakses pada 20 November 2008 dari <http://en.wikipedia.org/wiki/Autostereogram>
- Mathematische Basteleien. 2008. *Stereogram*. Diakses pada 30 Nopember 2008 dari <http://www.mathematische-basteleien.de/stereogram.htm>
- Sir Charles Wheatstone. 2008. Diakses pada 20 Januari 2008 dari <http://chem.ch.huji.ac.il/history/wheatstone.html>
- Tyler, C.W. and Clarke, M.B. 1990. *The Autostereogram, Stereoscopic Displays and Applications*, Proc. SPIE Vol. 1258:182–196.
- Scott B. Steinman, Barbara A. Steinman and Ralph Philip Garzia. 2000. *Foundations of Binocular Vision: A Clinical perspective*. McGraw-Hill.
- Thimbleby, Harold W., English, Stuart., and Witten, Ian H. 2007 *Displaying 3D images: algorithms for single image random dot stereograms*. Diakses pada 26 Januari 2007 dari <http://www.cs.waikato.ac.nz/~singlis/sirds.html>