Pemotongan Poligon Menggunakan Algoritma Weiler Atherton

Djoni Haryadi Setiabudi
Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Informatika - Universitas Kristen Petra
e-mail : djonihs@petra.ac.id

Ebenhaezar Tama
Alumni Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro - Universitas Kristen Petra

Abstrak

Pemotongan poligon atau biasa disebut clipping merupakan suatu proses yang sangat penting dalam aplikasi komputer grafik. Clipping juga merupakan suatu algoritma yang kompleks. Saat ini masih banyak penelitian yang dilakukan untuk menemukan suatu algoritma yang lebih baik dari yang telah ada. Pada penelitian ini dianalisis dan diimplementasikan satu algoritma untuk pemotongan poligon, yaitu Weiler Atherton untuk kemudian dibandingkan dengan algoritma Sutherland Hodgeman karena algoritma Sutherland Hodgeman merupakan algoritma standar yang sudah banyak digunakan. Implementasi dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma Weiler Atherton lebih lambat dari algoritma Sutherland Hodgeman, tetapi kelebihannya Algoritma Weiler Atherton dapat menghitung proses kliping yang menghasilkan poligon lebih dari satu. Hasil lain yang didapatkan, algoritma ini, seperti pada algoritma Sutherland Hodgeman, hanya dapat bekerja pada klip poligon yang berupa rectangle window dan tidak dapat menghitung proses kliping dari subyek poligon yang merupakan poligon kompleks.

Kata kunci : komputer grafik, kliping, poligon, Weiler Atherton, Sutherland Hodgeman.

Abstract

Polygon clipping is the important process in computer graphics applications. Clipping is also a complex algorithm. Many researches have been done at this time to find a better algorithm than the previous one.This research will analyze and implement one of the algorithms, which is Weiler Atherton, and then is compared with Sutherland Hodgeman algorithm, because Sutherland Hodgeman algorithm is well accepted in many applications. The implementation will use Borland Delphi as the programming language.

The experiment shows that Weiler Atherton algorithm is slower than Sutherland Hodgeman algorithm, but the advantage is this algorithm can calculate the clipping process that creating more than one polygon. Another result, this algorithm like Sutherland Hodgeman, can only works on rectangle window clipping and cannot calculate the clipping process which the subject is complex polygon.

***Keywords** : computer graphics, clipping, polygon, Weiler Atherton, Sutherland Hodgeman.*

Pendahuluan

Pemotongan poligon atau yang lebih dikenal dengan proses kliping (clipping) merupakan suatu proses yang sangat penting dalam aplikasi komputer grafik. Kliping juga merupakan suatu algoritma yang kompleks. Banyak algoritma telah dikembangkan oleh para ilmuwan untuk mencapai keandalan yang baik. Meskipun demikian sampai dengan saat ini masih banyak orang yang berusaha untuk menemukan suatu algoritma yang lebih baik dari yang telah ada. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kliping masih merupakan suatu topik yang aktual yang masih diperlukan pengembangannya. Untuk ini pada penelitian ini dipilih algoritma Weiler Atherton [6] dan sebagai acuannya dipergunakan algoritma Sutherland Hodgeman [2] sebagai algoritma pembanding.

Catatan: Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Juni 2003. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Elektro volume 3, nomor 2, September 2003.

Definisi Poligon

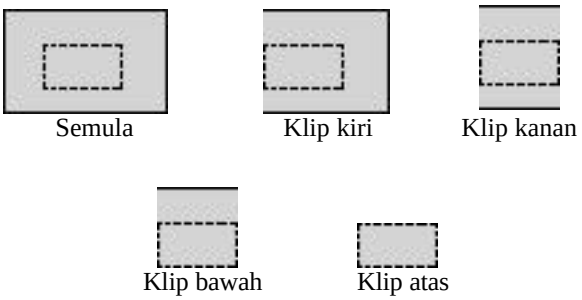
Dalam Collins English Dictionary and Thesaurus, poligon didefinisikan sebagai suatu bidang tertutup yang dibatasi oleh tiga atau lebih sisi yang saling bertemu pada titik sudut yang sama, serta tidak saling berpotongan selain pada titik sudut tersebut [1]. Definisi di atas berlaku untuk geometri dasar, dan bentuk yang tercakup

di dalamnya dinamakan poligon standar. Contoh dari poligon standar diantaranya segitiga (triangle), segi empat (rectangle), segi delapan (octagon) dan segi sepuluh (decagon). Sisi dari poligon di atas hanya berpotongan pada titik sudut. Untuk bentuk yang lebih kompleks, poligon bisa dibentuk dari sisi-sisi yang saling berpotongan, dan ini berarti sisi tersebut dapat berpotongan tidak hanya/selain pada titik sudutnya. Poligon jenis ini dinamakan poligon kompleks.

Algoritma Weiler Atherton [6]

1. Konsep Umum Algoritma Weiler Atherton

Algoritma Weiler Atherton seperti pada algoritma Sutherland Hodgeman bekerja pada poligon yang di-klip oleh suatu rectangular window seperti pada Gambar 1. Setiap titik dari ujung-ujung poligon akan diuji dengan sisi kiri, kanan, atas dan bawah. Dimulai dari titik-titik ujung poligon mula-mula, pengklipan poligon dilakukan terhadap sisi kiri untuk menghasilkan suatu daerah baru. Titik-titik ujung dari daerah baru ini diteruskan ke sisi kanan untuk kemudian di- klip lagi. Proses kliping akan diulang sampai ke semua sisi, bawah dan atas.

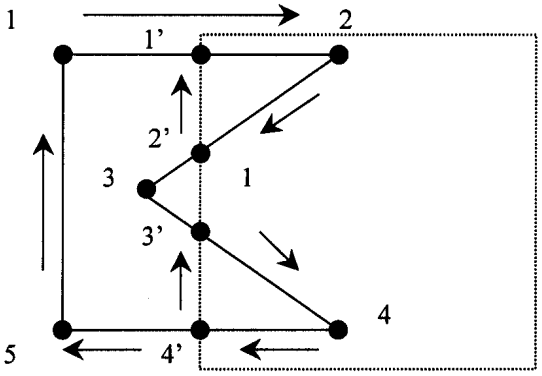


Gambar 1. Proses Kliping

Perbedaan dengan algoritma Sutherland Hodgeman ialah titik-titik yang dihasilkan mempunyai arah. Dengan adanya arah ini, hasil kliping dapat disusun terlebih dahulu sehingga dapat dilakukan pemisahan antara satu klip poligon dengan klip poligon lainnya.
Untuk subyek poligon yang berorientasi searah jarum jam maka aturannya adalah:

- Untuk titik yang mengarah ke dalam dari klip poligon, ikuti sisi dari subyek poligon.
- Untuk titik yang mengarah ke luar dari klip poligon, ikuti sisi dari klip poligon searah jarum jam.

Untuk subyek poligon yang orientasinya berlawanan dengan jarum jam maka aturannya tetap sama kecuali arah yang diikuti untuk klip poligon berlawanan dengan jarum jam. Dengan mengikuti aturan di atas maka dapat dihasilkan kliping poligon yang lebih dari satu. Dengan demikian algoritma ini dapat mengeluarkan hasil yang sempurna untuk subyek poligon yang berbentuk cekung seperti pada Gambar 2.



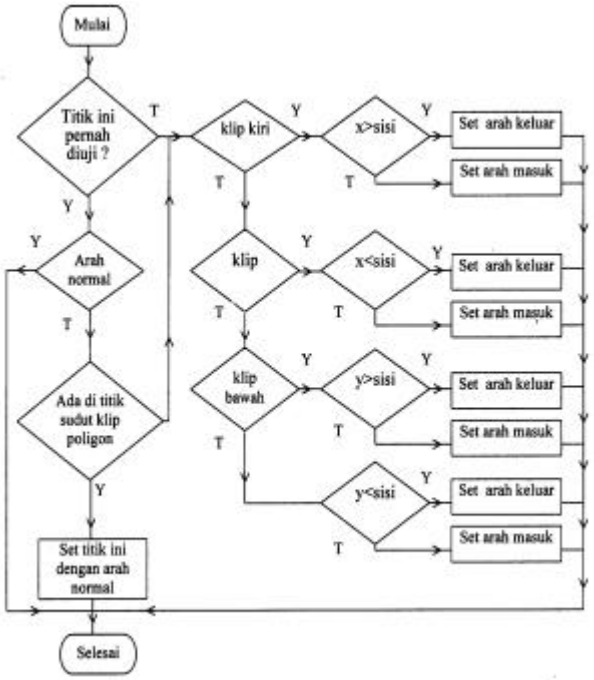
Gambar 2. Proses Kliping Weiler Atherton

Gambar tersebut menyatakan subyek poligon yang berorientasi searah jarum jam. Pada saat terjadi titik potong 2' yang mengarah ke luar klip poligon, titik berikutnya yang dituju adalah 1', karena titik 1' merupakan titik terdekat pada sisi klip poligon sesuai dengan arah jarum jam. Demikian juga saat terjadi titik potong 5', titik berikutnya yang dituju adalah titik 4', karena titik 4' merupakan titik terdekat pada sisi klip poligon sesuai dengan arah jarum jam.

2. Prinsip Kerja Algoritma Weiler Atherton

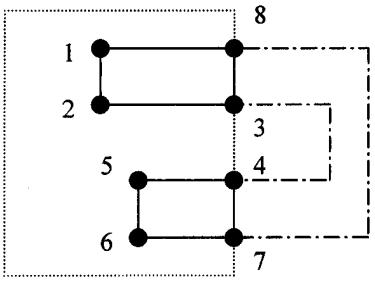
Pada algoritma Weiler Atherton, saat terjadi perpotongan, titik potong yang dihasilkan akan ditandai dengan arah ke luar atau masuk terhadap klip poligon.

Penentuan arah dari titik potong dilakukan mengikuti flowchart seperti yang tertera pada Gambar 3. Karena satu titik dapat berulang-ulang diklip terhadap keempat sisi dari klip poligon, maka terdapat kemungkinan titik yang diproses ini adalah titik potong yang sebelumnya pernah ditandai dengan arah masuk atau keluar. Jika titik ini diketahui berada pada titik sudut klip poligon maka arah dari titik ini akan diubah menjadi normal.



Gambar 3. Flowchart Penandaan Arah Weiler Atherton

Jika pada algoritma Sutherland Hodgeman titik yang dihasilkan dapat langsung dicatat sebagai kliping poligon, pada algoritma Weiler Atherton titik-titik ini harus disusun terlebih dahulu sebelum dapat membentuk kliping poligon. Gambar 4 dapat menjelaskan perbedaan tersebut. Jika pada algoritma Sutherland Hodgeman titik-titik yang dijadikan klip poligon adalah berturut-turut titik 1,2,3,4,5,6,7, dan 8. Pada algoritma Weiler Atherton titik-titik tersebut akan disusun hingga menjadi 2 kliping poligon.



Gambar 4. Titik-Titik Hasil Proses Kliping

Untuk memisahkan titik-titik hasil kliping menjadi kliping poligon yang berbeda dilakukan 2 tahapan sebagai berikut:

1. Cetak titik-titik yang dapat ditelusuri dalam satu kali penelusuran ke dalam satu deret. Jika ada penelusuran berikutnya cetaklah titik-titik yang ditelusuri tersebut ke dalam deret baru . Jika penelusuran tahap pertama dilakukan pada klip poligon seperti yang tercantum pada gambar, maka ada 2 deret yang akan ditemui yaitu deret 1,2,3,8,1 dan deret 4,5,6,7,4.
2. Cetak deret-deret yang dapat ditelusuri dalam satu kali penelusuran menjadi satu kliping poligon. Jika ada penelusuran berikutnya cetaklah deret-deret tersebut menjadi satu kliping poligon baru. Hasil yang akan ditemui jika dilakukan penelusuran tahap kedua pada klip poligon seperti yang tercantum pada Gambar 4 adalah 1,2,3,8 dan 4,5,6,7.

Pengujian Sistem

Untuk pengujian, kedua algoritma diimplementasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi 5 yang dijalankan pada platform Windows 98. Pada desain, yang direncanakan meliputi :

- sistem input, dimana input dapat berupa file baru dan mengisi data pada form, membuka dan mencatat data dari file atau mencatat data melalui mouse
- sistem output, dimana output akan diberikan dalam bentuk teks, tabel, gambar serta waktu yang diperlukan.
- struktur data , dimana struktur data yang dipakai untuk input dan output berupa suatu array of record.

Komputer yang digunakan pada pengujian adalah komputer dengan prosesor Pentium II 400 MHz.

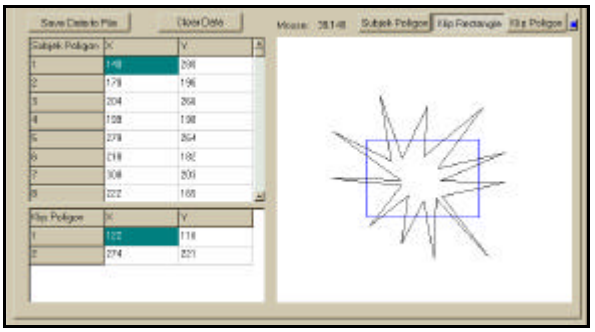
Dalam setiap kali pengujian dilakukan looping sebanyak 5000 kali untuk tiap algoritma. Jumlah looping sebanyak 5000 kali dipilih karena dengan jumlah ini sudah cukup dapat memperlihatkan perbedaan dari kecepatan masing-masing algoritma.

1. Pengujian yang Menghasilkan Kliping Poligon Tunggal

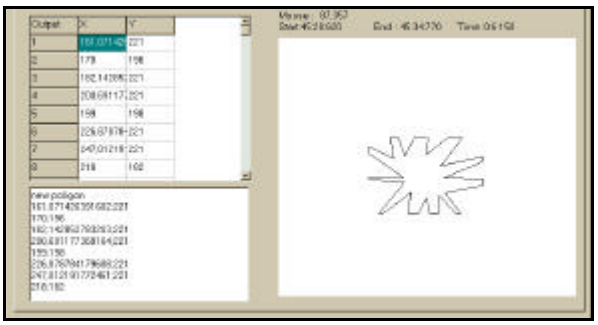
Dalam pengujian ini dicoba suatu subyek poligon yang tidak concave, yang dipotong oleh klip poligon yang berupa rectangle window. Contoh pada Gambar 5 memperlihatkan subyek poligon 22 titik yang dipotong oleh klip poligon yang berupa rectangle window. Tabel 1 menunjukkan data hasil percobaan yang dilakukan terhadap pengujian yang menghasilkan kliping poligon tunggal.

Tabel 1. Pengujian yang Menghasilkan Kliping Poligon Tunggal

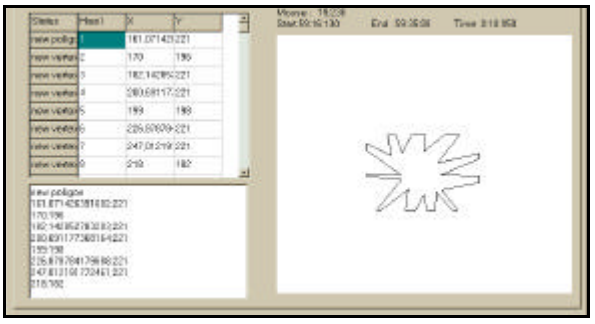
No	Jumlah titik subyek poligon	Jumlah titik kliping poligon	Sutherland Hodgeman (mdetik)	Weiler Atherton (mdetik)
1	10	15	610	880
2	10	11	610	880
3	20	30	1150	1710
4	20	21	1100	1480
5	20	16	1090	1430
6	34	51	1810	2860
7	34	48	1810	2750
8	34	28	1700	2310
9	34	19	1700	2190



Gambar 5. Entry Data untuk Proses Kliping yang Menghasilkan Kliping Poligon Tunggal



Gambar 6. Algoritma Sutherland Hodgeman untuk Proses Kliping yang Menghasilkan Kliping Poligon Tunggal

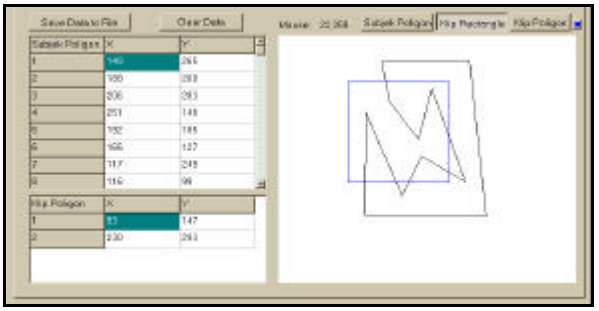


Gambar 7. Algoritma Weiler Atherton untuk Proses Kliping yang Menghasilkan Kliping Poligon Tunggal

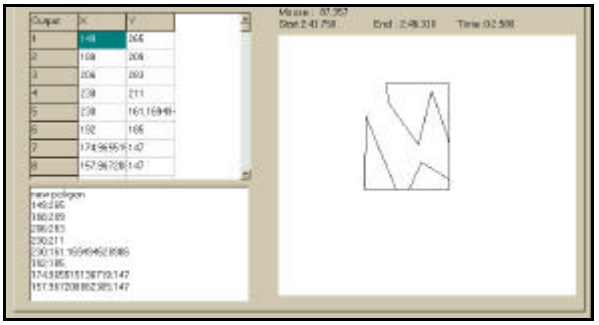
Dari Gambar 6 dan Gambar 7 dapat dilihat bahwa untuk kliping yang menghasilkan poligon tunggal, baik algoritma Weiler Atherton maupun Sutherland Hodgeman dapat menghasilkan hasil yang benar. Untuk pengujian kecepatan, dari Tabel 1 dapat dianalisis, bawah waktu rata-rata yang diperlukan oleh algoritma Sutherland Hodgeman adalah 1286, 667 mdetik dan algoritma Weiler Atherton adalah 1832,22 mdetik, berarti algoritma Sutherland Hodgeman 1,42 kali lebih cepat dari algoritma Weiler Atherton. Dari pengujian terlihat juga bahwa dengan semakin banyaknya jumlah titik subyek poligon, perbandingan kecepatan kedua algoritma relatif sama. Untuk jumlah titik subyek poligon yang sama, tetapi dengan jumlah titik kliping poligon yang lebih sedikit, algoritma Weiler Atherton menunjukkan peningkatan kecepatan yang lebih tinggi, tetapi algoritma Sutherland Hodgeman tetap lebih cepat dari algoritma Weiler Atherton.

2. Pengujian Yang Menghasilkan Kliping Poligon Lebih Dari Satu

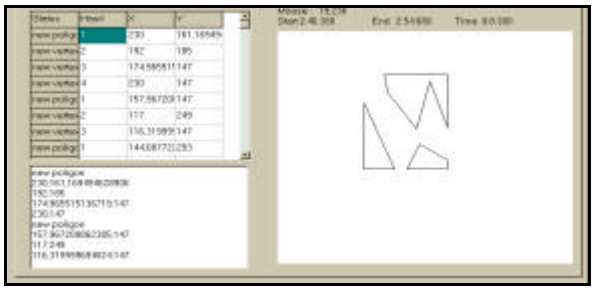
Dalam pengujian ini digunakan subyek poligon yang concave, yang dipotong oleh klip poligon yang berupa rectangle window. Contoh pada Gambar 8 memperlihatkan subyek poligon. Dalam pengujian ini dicoba subyek poligon 10 titik.



Gambar 8. Entry Data untuk Proses Kliping yang Menghasilkan Kliping Poligon Lebih dari Satu



Gambar 9. Algoritma Sutherland Hodgeman untuk Proses Kliping yang Menghasilkan Kliping Poligon Lebih dari Satu



Gambar 10. Algoritma Weiler Atherton untuk Proses Kliping yang Menghasilkan Kliping Poligon Lebih dari Satu

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada pengujian yang menghasilkan kliping poligon lebih dari satu terlihat bahwa algoritma Sutherland Hodgeman tidak dapat menghasilkan kliping poligon yang benar. Hasil pengujian ini mendukung teori yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Kecepatan masing-masing algoritma untuk jenis pengujian yang sama dapat dilihat pada Tabel 2.

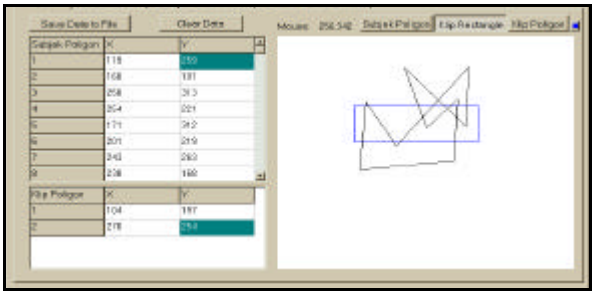
Tabel 2. Pengujian yang Menghasilkan Kliping Poligon Lebih dari Satu

No	Jumlah titik subyek poligon	Jumlah kliping poligon	Sutherland Hodgeman (mdetik)	Weiler Atherton (mdetik)
1	11	5	720	1040
2	11	4	720	1040
3	11	3	720	990
4	11	2	710	930
5	15	7	930	1490
6	15	6	930	1480
7	15	5	930	1370
8	15	4	930	1270
9	21	10	1270	2140
10	21	9	1270	2090
11	21	8	1260	1980
12	21	7	1260	1870

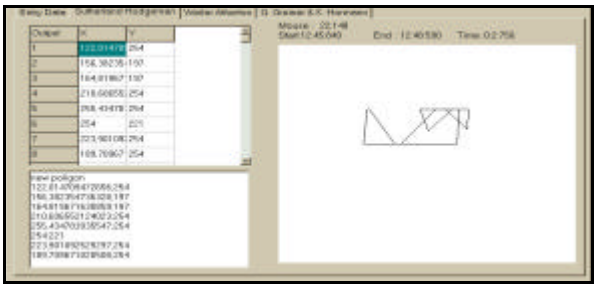
Untuk pengujian kecepatan, dari Tabel 2 dapat dianalisis, bawah waktu rata-rata yang diperlukan oleh algoritma Sutherland Hodgeman adalah 970,83 mdetik dan algoritma Weiler Atherton adalah 1474,17 mdetik, berarti rata-rata algoritma Sutherland Hodgeman 1,52 kali lebih cepat dari algoritma Weiler Atherton. Dari pengujian terlihat juga bahwa dengan semakin banyaknya jumlah titik subyek poligon, perbandingan kecepatan kedua algoritma semakin tinggi, dengan masing-masing 11, 15 dan 21 titik, rata-rata perbandingan kecepatannya masing-masing adalah 1,39 , 1,51 dan 1,59. Tetapi untuk jumlah titik subyek poligon yang sama, dengan jumlah titik kliping poligon yang lebih sedikit, algoritma Weiler Atherton menunjukkan peningkatan kecepatan yang lebih tinggi, dengan algoritma Sutherland Hodgeman tetap lebih cepat dari algoritma Weiler Atherton.

3. Pengujian Pada Subyek Poligon Yang Berupa Poligon Kompleks

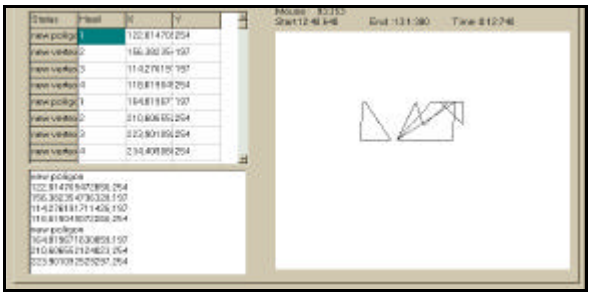
Dalam pengujian ini akan dicoba subyek poligon yang sisi-sisinya saling berpotongan.



Gambar 11. Entry Data untuk Proses Kliping yang Subyek Poligonnya Berupa Poligon Kompleks



Gambar 12. Algoritma Sutherland Hodgeman untuk Proses Kliping yang Subyek Poligonnya Berupa Poligon Kompleks



Gambar 13. Algoritma Weiler Atherton untuk Proses Kliping yang Subyek Poligonnya Berupa Poligon Kompleks

Pada pengujian untuk subyek poligon yang berupa poligon kompleks pada Gambar 12 dan Gambar 13 didapatkan bahwa kedua algorithm tidak dapat menghasilkan kliping poligon yang benar. Algoritma Sutherland Hodgeman dan algoritma Weiler Atherton tidak mengijinkan adanya perpotongan di antara sisi-sisi dari subyek poligon.

Kesimpulan

- Keandalan dari suatu algoritma tidak hanya ditentukan oleh kecepatan eksekusi tetapi juga kebenaran hasil.
- Uji performance menunjukkan bahwa algoritma Weiler Atherton lebih lambat dari algoritma Sutherland Hodgeman.
- Kelebihan algoritma Weiler Atherton adalah dapat menghitung proses kliping yang menghasilkan kliping poligon lebih dari satu, dimana pada Algoritma Sutherland Hodgeman tidak dapat melakukannya.
- Algoritma Weiler Atherton hanya dapat bekerja pada klip poligon yang berupa rectangle window dan tidak dapat menghitung proses kliping dari subyek poligon yang merupakan poligon kompleks. Algoritma Sutherland Hodgeman mempunyai kekurangan yang sama.
- Algoritma Weiler Atherton memberikan hasil yang lebih tepat dari algoritma Sutherland Hodgeman dalam menghitung kliping poligon.

Daftar Pustaka

[1] _____, Collins. English Dictionary and Thesaurus. Glasgow: Harper Collins, 1993.
[2] Hearn, Donald & Baker M., Pauline. Computer Graphics. New Jersey: Prentice Hall, 1994.
[3] Harrington, Steve. Computer Graphics, A Programming Approach.Mc.Graw-Hill, 1987.
[4] McReynold & Coen, Tom. 290 Selected Algorithm Descriptions, [http://www.student.hk-r.se/~pt93mm/thesis/techniques/algorithms]. June 3, 1996.
[5] O'Rourke, Joseph. Computer Graphics Algorithms, Frequently Asked Questions, [http://www.faqs.org/faqs/graphics/algorithms.faq]. December 15, 1999.
[6] www.emba.uvm.edu/~snapp/teaching/CS274/lectures/clipping.pdf