

SIMULASI RIAK AIR DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK *B-SPLINE*

RAIMA BINTI HASSIM

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT
MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN**

PERTUNJUKAN
KEMENTERIAN SAINS MALAYSIA

**PROGRAM MATEMATIK DENGAN KOMPUTER GRAFIK
FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2014



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

254410

ARKIB



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: SIMULASI RIAK AIR DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK B-SPLINE

TAJAZAH: SARJANA MUDA SAINS (KEPUJIAN) MATEMATIK DENGAN KOMPUTER GRAFIK

SAYA: RAIMA BINTI HASMIM SESI PENGAJIAN: 2013/2014
(HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan tesis *(LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT (Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di AETA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD (Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana Penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(TANDATANGAN PENULIS)

Disahkan oleh NURULAIN BINTI ISMAIL

LIBRARIAN

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat tetap: LOT 1042, JAMBATAN 6,
KG TINUSA 2, BATU 7,
JALAN AIRPORT,
90000 SANDAKAN,
SABAH

DR. ABDULLAH BIN BADE
NAMA PENYELIA

Tarikh: 23/6/2014

Tarikh: 23/6/2014

Catatan :-

- * Potong yang tidak berkenaan.
- * Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
- * Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana Secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM)

PERPUSTAKAAN UMS



1000358193



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.



RAIMA BINTI HASSIM

(BS11110556)

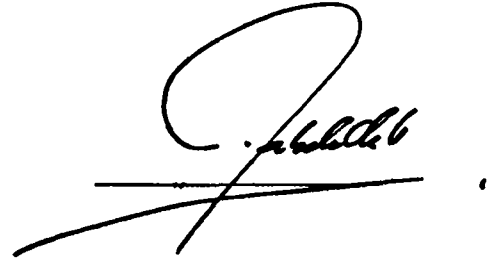
20 Jun 2014

DIPERAKUKAN OLEH

TANDATANGAN

1. PENYELIA

(DR. ABDULLAH BIN BADE)

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. B. Bade', is written over a horizontal line. The signature is stylized with a large loop at the top.

PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan limpah dan kurnianya, saya dapat menyiapkan projek ini dalam jangka masa yang telah ditetapkan. Ucapan terima kasih dan setinggi penghargaan ingin saya tujukan kepada penyelia saya, Dr Abdullah bin Bade atas tunjuk ajar dan bimbingan yang telah diberikan.

Seterusnya, saya ucapan terima kasih dan setinggi penghargaan ini juga ingin saya tujukan kepada kedua-dua ibu bapa saya, Hassim bin Abdul Hari dan Jarimah Bt Laja. Meskipun mereka tidak bersama-sama saya namun, sokongan dan dorongan yang tidak putus-putus dari mereka memberi semangat kepada saya untuk menyiapkan projek ini. Di samping itu, saya ingin mengambil kesempatan untuk mengucapkan terima kasih kepada para pensyarah yang lain atas perkongsian pendapat yang telah diberikan kepada saya.

Akhir sekali, saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada saya tujukan kepada rakan-rakan seperjuangan, program Matematik dengan Komputer Grafik yang turut sama memberi sokongan sepanjang proses menyiapkan projek ini.

ABSTRAK

Simulasi riak air merupakan satu bidang yang popular dalam bidang komputer grafik. Terdapat pelbagai pendekatan ataupun kaedah yang telah diperkenalkan oleh para pengkaji termasuklah kaedah Zarah, Pendekatan Grid dan juga pendekatan *Procedural*. Setiap kaedah mempunyai formula tersendiri untuk menghasilkan satu simulasi air yang realistik. *Rendering* luar talian mampu menghasilkan satu simulasi yang realistik tetapi kos pengiraan akan menjadi tinggi apabila mensimulasikan isipadu air yang besar. Di dalam projek ini, satu prototaip simulasi riak air telah dibangunkan dengan menggunakan teknik *B-Spline*. Secara umumnya, teknik ini akan menghasilkan lengkung untuk mewakili permukaan simulasi riak air dengan menggunakan lengkung yang telah dijana daripada teknik *B-Spline*. Permukaan riak air akan disimulasikan dengan menggunakan fungsi yang terdapat di dalam perpustakaan OpenGL. Berdasarkan eksperimen memori yang telah dijalankan, hanya 13,346 KB sahaja memori yang telah digunakan semasa simulasi dilarikan. Selain itu, jumlah *frame* per saat yang rendah juga membuktikan bahawa kos pengiraan di dalam projek ini adalah rendah.

WATER RIPPLES SIMULATION USING B-SPLINE TECHNIQUES

ABSTRACT

Water simulation is one of the popular topic in the field of computer graphics. There are many techniques that have been proposed including particle techniques, grid-based method and procedural method. Every techniques have its own formula to produce a realistic simulation. Offline rendering able to produce a realistic simulation but the computational cost become very high when the volume of water is high. This project will focused on the water ripples simulation. A prototype of water ripples simulation has been produced by using B-Spline techniques. In general, this technique will produce a curve as a representation of a water ripples simulation by using the generated curve from B-Spline techniques. The surface of water ripples will be simulated by using the function in OpenGL library. Based on the memory experiments, the memory usage of the running simulation is 13,346 KB only. The total number of frame per second recorded is low and it is indicate that the computation is significantly low.

SENARAI KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI RAJAH	x
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI SIMBOL	xiii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1	Pengenalan	1
1.2	Latar Belakang Masalah	2
1.3	Penyataan Masalah	4
1.4	Matlamat	4
1.5	Objektif	4
1.6	Skop Kajian	5
1.7	Justifikasi Projek	5
1.8	Organisasi Laporan	6

BAB 2 KAJIAN LITERATUR

2.1	Pengenalan	7
2.2	Gelombang	8
2.2.1	Sifat Gelombang: Amplitud	8
2.2.2	Sifat Gelombang: Jarak Gelombang	9
2.2.3	Sifat Gelombang: Tempoh	10
2.2.4	Kekerapan Gelombang (<i>frequency, f</i>)	10
2.2.5	Kelajuan Gelombang (<i>speed</i>)	11
2.2.6	Pemantulan (<i>Reflection</i>), Pembelauan (<i>Diffraction</i>) dan Pemesongan (<i>Refraction</i>) Gelombang Air	11

2.3	Ciri-ciri Asas Air	12
	2.3.1 Tekanan Permukaan dan Pergerakan Kapilari	12
	2.3.2 Daya Pengembalian Semula	13
	2.3.3 Riak Air	13
2.4	Aplikasi Riak Air	14
2.5	Sejarah Simulasi Air	16
2.6	Teknik-teknik Terdahulu	16
	2.6.1 Kaedah Zarah	17
	2.6.2 Kaedah Berdasarkan Titik	19
	2.6.3 Kaedah <i>Beta-splines</i>	21
2.7	Perbincangan	23
BAB 3 METODOLOGI		
3.1	Pengenalan	24
3.2	Metodologi Penyelidikan	24
	3.2.1 Fasa I	24
	3.2.2 Fasa II	26
3.3	Kaedah dan Pembangunan Riak Air	27
3.4	Senibina Simulasi Riak Air	28
	3.4.1 Pembentukan Titik Kawalan	28
	3.4.2 Pembentukan Lengkung	29
	3.4.3 Pergerakan Permukaan Riak Air	31
	3.4.4 Paparan Prototaip Simulasi Riak Air	32
3.5	Ringkasan	32
BAB 4 REKA BENTUK SISTEM		
4.1	Pengenalan	33
4.2	Sistem Simulasi Riak Air	34
	4.2.1 Pengguna	35
	4.2.2 Struktur Kelas dan Fungsi	35
	4.2.3 Sistem Menu	37
4.3	Ringkasan	42

BAB 5 SIMULASI RIAK AIR DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK <i>B-SPLINE</i>		
5.1	Pengenalan	43
5.2	Lengkung <i>B-Spline</i>	43
5.3	Carta alir Sistem Simulasi Riak Air	47
5.4	Persiapan dan Hasil Eksperimen	48
	5.4.1 Saiz Memori yang Digunakan	49
	5.4.2 Purata Penggunaan Unit Kawalan Pemprosesan (CPU)	50
	5.4.3 Kesesakan (<i>bottleneck</i>) Unit Kawalan Pemprosesan (CPU)	51
5.5	Ringkasan	53
BAB 6 KESIMPULAN		
6.1	Rumusan	54
6.2	Sumbangan	54
	6.2.1 Rekabentuk Riak Air dengan menggunakan Teknik <i>B-Spline</i>	55
	6.2.2 Sistem Simulasi Riak Air	55
6.3	Perluasan Kajian	55
	6.3.1 Penggunaan Tekstur	55
	6.3.2 Pergerakan Riak Air	55
	RUJUKAN	57

SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
2.1	Puncak dan jurang gelombang	8
2.2	Amplitud gelombang	9
2.3	Jarak Gelombang, (λ)	9
2.4	Tempoh, (T)	10
2.5	Riak air yang terhasil daripada titisan air pada permukaan air	14
2.6	Air yang terdapat di dalam permainan video Batman™: Arkham Origins	15
2.7	Simulasi air yang terdapat di dalam filem Brave 2012	15
2.8	Kaedah utama di dalam simulasi air	17
2.9	Zarah gelombang individu menghasilkan gelombang yang besar (Yuksel, 2010)	19
2.10	Simulasi air dengan menggunakan titik	21
2.11	Gelombang yang terhasil daripada jaringan Beta- <i>spline</i>	22
3.1	Kerangka kerja metodologi fasa I pembangunan simulasi riak air	25
3.2	Kerangka kerja metodologi fasa II pembangunan simulasi riak air	26
3.3	Senibina simulasi riak air	27
3.4	Deklarasi <i>array</i> dua dimensi	28
3.5	Ilustrasi grid de Boor grid dan permukaan kuadratik B- <i>spline</i> (Schimmels & Berkhahn, 2003)	30
3.6 (a)	Matriks bagi transformasi putaran (Hearn & Baker, 2004)	31
3.6 (b)	Matriks bagi transformasi <i>translation</i> (Hearn & Baker, 2004)	31
4.1	Komponen yang terlibat dalam simulasi riak air	34

4.2 (a)	<i>Array</i> yang digunakan untuk menyimpan maklumat titik kawalan	35
4.2 (b)	Fungsi <i>myBSpline()</i> yang mengimplementasikan teknik <i>B-Spline</i>	36
4.2 (c)	Gambar Rajah UML bagi keseluruhan sistem	37
4.3	Sistem menu	38
4.4	(a) Permukaan riak air 'Draw' (b) Permukaan riak air 'Point Form'	39
4.5	Pilihan warna permukaan riak air	39
4.6	(a) 'Show Curve' (b) 'Show Point'	40
4.7	(a) Selepas butang 'Start' ditekan (b) Selepas butang 'Reset' ditekan	40
4.8	Sebelum dan selepas translasi	41
4.9	(a) Sebelum putaran(b) Selepas putaran	41
4.10	(a) Sebelum penskalaan(b) Selepas penskalaan	42
5.1	Fungsi <i>blending</i> lengkung <i>B-Spline</i>	44
5.2	Graf fungsi <i>blending</i> lengkung <i>B-Spline</i> (McConnel, 2006)	45
5.3	Hasil Persamaan <i>B-Spline</i> yang menghasilkan satu lengkung daripada empat titik kawalan	46
5.4	Algoritma <i>B-Spline</i>	47
5.5	Carta alir sistem simulasi riak air	48
5.6	Tujuan dan pemboleh ubah bagi menganalisis jumlah memori yang digunakan	49
5.7	Tujuan dan pemboleh ubah bagi menganalisis purata penggunaan CPU	50

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
5.1	Jumlah memori yang digunakan	49
5.2	Purata jumlah penggunaan unit kawalan pemprosesan (CPU)	51
5.3	Keputusan ujian kesesakan unit kawalan pemprosesan (CPU) bagi kategori Draw Commands	52
5.4	Keputusan bagi ujian operasi rasterisasi	52
5.5	Keputusan ujian pencahayaan	53
5.6	Keputusan ujian <i>shader</i>	53

SENARAI SIMBOL

λ	Jarak Gelombang
T	Tempoh
f	Kekerapan Gelombang
c	Kelajuan gelombang
t	Masa
Z_0	Ketinggian permukaan air apabila gelombang tiada
η_z	Sisihan yang terhasil daripada gelombang
D_i	Sisihan yang mewakili gelombang yang ke- i
W	Fungsi gelombang yang tetap
a_i	Amplitude ke- i
$L_i \cos \theta_{ii} T(\theta_{ii}, \theta_{ti})$	keamatan cahaya insiden ke permukaan air
$T(\theta_{ii}, \theta_{ti})$	transmitan Fresnel
$\exp(-c(\lambda)l_p)$	keupusan cahaya daripada permukaan air ke titik P
S	keluasan jejaring segi tiga permukaan air
S_p	keluasan kawasan persilangan di antara isipadu pencahayaan dan objek
$K(\lambda)$	pantulan permukaan objek
L_a	keamatan cahaya ambien
η	fungsi permukaan
a	amplitud gelombang
p, q	arah gelombang
ω	susut kekerapan
F	fungsi primitif bagi f
G	integrasi tetap (constant) bagi fungsi umum η
$b(u, v)$	titik yang terdapat pada permukaan B-spline sebagai satu fungsi dua parameter u dan v
b_{ij}	titik kawalan grid tetap $N + 1$ pada arah parameter u dan titik kawalan $M + 1$ pada arah parameter v (titik de Boor)
$N_i^K(u)N_j^L(v)$	Fungsi B-spline di mana indeks atas K dan L menunjukkan darjah fungsi B-spline.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Secara teorinya, gelombang air terhasil daripada gabungan gelombang *transversal* dan juga gelombang *longitud*. Gabungan daripada dua gelombang ini akan menyebabkan pergerakan zarah di dalam gelombang air bergerak dalam bentuk bulatan. Kebiasaannya, pergerakan gelombang kerap kali melibatkan gangguan zarah yang mempunyai skala yang besar. Walaupun zarah individu ini tidak bergerak terlalu jauh, namun zarah-zarah ini boleh menyebabkan gangguan yang mungkin bergerak lebih jauh hasil daripada tenaga dan momentum yang telah dihasilkan oleh zarah-zarah tersebut (Than *et al.*, 2013).

Selepas gelombang terhasil, gelombang akan kembali kepada bentuk asalnya. Daya pengembalian merupakan salah satu daya utama yang akan mengembalikan permukaan air menjadi tenang semula. Daya pengembalian air amat kecil dan hanya bergantung kepada kekuatan daya graviti untuk menjadikan permukaan air tenang semula (Garrison, 2010). Semakin besar gelombang yang terhasil, semakin lama masa yang akan diambil untuk menjadikan permukaan air tenang semula.

Secara semulajadinya, riak air akan terhasil daripada daya luar ataupun objek luar mengganggu permukaan air yang tenang. Riak air juga dikenali sebagai gelombang kapilari merupakan gelombang yang mempunyai jarak gelombang sehingga 1.72 sentimeter. Angin merupakan daya utama yang menyebabkan penghasilan gelombang ini. Namun gelombang ini akan berkurang dengan adanya kepaduan (*cohesion*) di antara molekul-molekul air (Garrison, 2010).



Riak air merupakan satu pemandangan alam semula jadi yang menjadi satu kajian yang sedang hangat dikaji dalam bidang komputer grafik pada masa kini. Hal ini kerana sifat pemandangan semula jadi yang asimetri dan tidak tetap menyebabkan topik ini menjadi pilihan para pengkaji. Simulasi riak air boleh digunakan di dalam permainan video, filem ataupun hanya sebagai simulasi air semata-mata. Namun, teknik yang digunakan dalam penghasilan simulasi ini pelbagai kerana bergantung kepada fokus pengkaji sama ada untuk mengambil kira ciri-ciri air, permukaan air dan sebagainya.

Simulasi riak air biasanya sering kali digunakan untuk mensimulasikan titisan air hujan, permukaan air tenang yang diganggu oleh daya luar seperti angin ataupun objek lain dan juga ketika objek berat seperti batu dilempar ke dalam air termasuklah ketika ada pergerakan di dalam air. Situasi-situasi ini boleh menghasilkan algoritma untuk disimulasikan. Namun, kesemua situasi ini tidak mungkin akan menggunakan algoritma yang sama bergantung kepada jenis teknik yang digunakan oleh pengkaji. Teknik-teknik yang telah dipilih akan mempunyai keistimewaan dan kekurangan tersendiri bergantung kepada objektif yang ingin dicapai oleh pengkaji tersebut.

1.2 Latar Belakang Masalah

Dalam simulasi komputer grafik, para pengkaji sedang berusaha untuk menghasilkan satu algoritma yang mempunyai kos pembinaan yang rendah dan dapat menghasilkan satu simulasi yang realistik dan sempurna. Oleh yang demikian, untuk mengurangkan kos pembinaan, pengkaji akan memilih hanya permukaan air sahaja yang akan disimulasikan. Menurut Yuksel (2010) dalam kajiannya, air yang berada di bawah permukaan air tidak akan di ambil kira demi mengurangkan kompleksiti teknik yang digunakan. Justeru hanya permukaan air sahaja yang akan disimulasikan di dalam kajian tersebut.

Menurut Iglesias (2004) dalam kajiannya menyatakan percubaan pertama untuk menghasilkan ombak adalah berdasarkan teknik pemetaan benjolan (*bump mapping*) yang dihasilkan pada tahun 1978. Namun begitu, permukaan air menjadi kasar kerana terdapat ruang kecil yang terhasil pada permukaan air yang terhasil pada garisan normalnya. Terdapat pengkaji telah mencuba menghasilkan pencahayaan

global (*global illumination*) namun sampel kekerapan rendah (*low-frequency*) yang telah digunakan kurang sesuai untuk menghasilkan permukaan air yang kompleks secara terperinci.

Keefisienan teknik amat dititikberatkan dalam bidang komputer grafik. Ts'o dan Barsky (1987) dalam kajiannya telah menggunakan teknik *Beta-splines* untuk menggambarkan anggaran bentuk sinus gelombang. Selain daripada itu, untuk mensimulasikan pantulan dan pembiasan air, dua teknik telah digabungkan iaitu teknik perlanggaran tekstur (*texture bump*) dan juga hukum pantulan Fresnel. Meskipun teknik-teknik yang telah digunakan di dalam kajian ini kurang tepat namun teknik ini lebih efisien jika dibandingkan dengan teknik penjejakan sinar (*ray-tracing*) yang biasa.

Pelbagai teknik telah dikaji oleh para pengaturcara untuk menghasilkan satu simulasi air yang realistik. Songxin *et al.* (2007) dalam kajiannya telah menyatakan bahawa satu teknik telah diutarakan pada tahun 2000 telah menggunakan teknik mensintesis spektra dengan menggunakan pendekatan spektra. Teknik ini telah berjaya menghasilkan amplitud yang kecil yang hampir kepada sinus (*sines*) bila diaplikasikan dalam simulasi permukaan air tenang. Namun begitu, bila teknik ini diaplikasikan ke dalam simulasi permukaan air lain pada jarak yang tertentu, hasil yang diinginkan berjaya dilaksanakan tetapi hasil itu amat susah untuk dikawal.

Kebanyakan industri permainan video dan juga filem-filem seringkali memerlukan teknik-teknik yang mempunyai kos pembinaan yang rendah dan dapat menghasilkan kesan yang begitu sempurna untuk digunakan di dalam industri mereka. Oleh yang demikian para pengkaji akan berusaha untuk mencari dan mencipta teknik-teknik yang dapat memenuhi keperluan dan kehendak industri-industri ini.

Dengan peningkatan dari segi teknologi pada masa kini, kebanyakan permasalahan ini telah berjaya diselesaikan dengan jayanya. Namun, peningkatan ini telah menyebabkan industri-industri ini menginginkan teknik yang lebih baik agar dapat menghasilkan yang lebih sempurna. Justeru, kajian perlu dilakukan untuk memperbaiki teknik-teknik yang sedia ada ataupun mencipta satu teknik baru yang dapat memenuhi kehendak industri-industri ini.

1.3 Pernyataan Masalah

Kebanyakan aplikasi yang terdapat pada masa kini termasuklah permainan video, simulasi perubahan mahupun persekitaran maya telah membolehkan pengguna untuk merasai interaksi masa yang sebenar. Teknik simulasi *offline* yang sedia ada sudah cukup untuk mensimulasikan pelbagai jenis kelakuan air sekiranya kuasa pengiraan (*computation power*) disediakan (Yuksel, 2010).

Namun begitu, apabila mensimulasikan isi padu air yang terlalu besar, kesan artistik yang kurang realistik sering kali digunakan bagi mengurangkan kos pengiraan simulasi air.

1.4 Matlamat

Matlamat utama projek ini adalah menghasilkan simulasi riak air dengan menggunakan teknik *B-spline*.

1.5 Objektif

Objektif kajian ini dijalankan termasuklah:

- i) Membangunkan model riak air dengan menggunakan persamaan *B-Spline*.
- ii) Menghasilkan satu prototaip simulasi riak air dengan menggunakan teknik *B-spline*.

1.6 Skop Kajian

Antara skop kajian ini dijalankan adalah seperti berikut:

- i) Hanya permukaan riak air sahaja yang akan disimulasikan.
- ii) Teknik *B-spline* akan digunakan di dalam simulasi ini.
- iii) Faktor luaran iaitu angin tidak akan diambil kira di dalam simulasi ini.
- iv) Pencahayaan akan digunakan untuk memperbaiki permukaan air agar dapat menghasilkan simulasi riak air yang lebih realistik.
- v) Ciri-ciri air seperti pantulan dan pembiasan tidak akan di ambil kira dalam simulasi ini.

1.7 Justifikasi Projek

Kajian ini diharap akan dapat memberi manfaat dalam bidang komputer grafik amnya terutamanya kepada yang berminat dalam bidang simulasi komputer grafik. Simulasi air amat penting dalam bidang komputer grafik kerana simulasi ini sering digunakan di dalam permainan video dan juga filem-filem. Kajian tentang simulasi air banyak dikaji oleh pengkaji-pengkaji komputer grafik. Namun, kajian tentang riak air kurang dijalankan. Kesempurnaan simulasi air tidak akan lengkap tanpa kesempurnaan simulasi riak air.

Terdapat banyak teknik yang boleh digunakan untuk menghasilkan simulasi riak air pada masa kini termasuk transformasi Fourier, *β -splines*, pembinaan semula poligon dan sebagainya. Akan tetapi, kebanyakan teknik-teknik ini hanya mengambil kira ciri-ciri air seperti pantulan dan pembiasan. Teknik-teknik ini kadang-kala boleh menyebabkan peningkatan dalam kos pembinaan semula permukaan air seterusnya menjejaskan prestasi grafik. Kajian yang lain pula memfokuskan kepada rupa permukaan air yang dihasilkan dengan mengambil kira isi padu air tersebut.

Kajian ini akan mengambil kira faktor luaran seperti angin dan juga akan mensimulasikan permukaan air dengan melibatkan pencahayaan tanpa melibatkan ciri-ciri air seperti pantulan dan pembiasan. Oleh itu, kajian ini perlu dilakukan agar dapat menghasilkan satu simulasi riak air yang realistik dengan kos pembinaan semula yang rendah tanpa menjejaskan prestasi sistem grafik.

1.8 Organisasi Laporan

Organisasi laporan akan menerangkan serba sedikit tentang isi kandungan dalam yang terdapat di dalam setiap bab. Terdapat empat bab yang terdapat di dalam laporan ini.

Bab 1 merupakan bahagian pengenalan yang mengandungi pengenalan, latar belakang masalah, pernyataan masalah, matlamat, objektif, skop kajian dan juga justifikasi projek. Dalam bab ini, kepentingan menjalankan kajian ini akan diterangkan.

Bab 2 pula akan membincangkan tentang kajian-kajian lepas yang telah dijalankan oleh para pengkaji sebelumnya yang telah menggunakan beberapa jenis teknik untuk menghasilkan simulasi riak air. Melalui kajian literatur ini, satu teknik akan dipilih dan akan digunakan seterusnya menghasilkan satu prototaip simulasi riak air yang realistik.

Bab 3 pula akan menerangkan tentang metodologi kajian ini dengan lebih lanjut lagi. Teknik yang telah dipilih dalam Bab 2 akan dibincangkan dan diterangkan dengan lebih lanjut lagi di dalam bab ini. Melalui penerangan tentang metode yang digunakan, bermula dari perancangan sehinggalah keputusan yang dijangkakan akan turut dibincangkan di dalam bab ini.

Seterusnya, bab 4 akan memperlihatkan proses implementasi simulasi riak air. Modul-modul yang digunakan di dalam implementasi simulasi seperti penciptaan lengkung, pencahayaan dan juga menu akan dibincangkan secara keseluruhannya. Dapatan sampel simulasi riak air juga akan diperlihatkan di dalam bab ini.

Bab 5 akan menerangkan tentang teknik yang digunakan untuk menghasilkan satu prototaip simulasi riak air. Selain itu, analisis kajian juga akan dibincangkan di dalam bab ini.

Bab 6 merupakan bab yang terakhir di dalam laporan ini. Bab ini akan membincangkan kesimpulan keseluruhan projek ini. Sumbangan dan perluasan kajian juga akan turut dibincangkan.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Komputer grafik merupakan satu bidang yang semakin berkembang pada masa kini. Sebarang penggunaan komputer untuk mencipta atau memanipulasi imej digambarkan oleh istilah komputer grafik. Terdapat pelbagai bidang dalam komputer grafik termasuklah interaksi pengguna, realiti maya, visualisasi, pemrosesan imej pengimbasan tiga dimensi (3D), fotografi pengkomputeran dan sebagainya.

Kebanyakan industri pada masa kini mengaplikasikan teknologi komputer grafik di dalam industri mereka. Akan tetapi industri utama yang menggunakan teknologi ini adalah industri permainan video, kartun, kesan visual, filem animasi, simulasi pengimejan perubatan dan juga visualisasi maklumat.

Bidang komputer grafik semakin berkembang seiring dengan perkembangan komputer digital. Komputer yang pertama hanyalah mengandungi beberapa baris suis dan cahaya. Para juruteknik dan juga jurutera telah berusaha untuk memprogramkan mesin komputer ini bagi mendapatkan hasil untuk pengiraan mereka. Seterusnya, penciptaan *cathode ray tube* (CRT) telah dapat memberikan banyak penambahan yang berguna kepada penciptaan sebuah komputer.

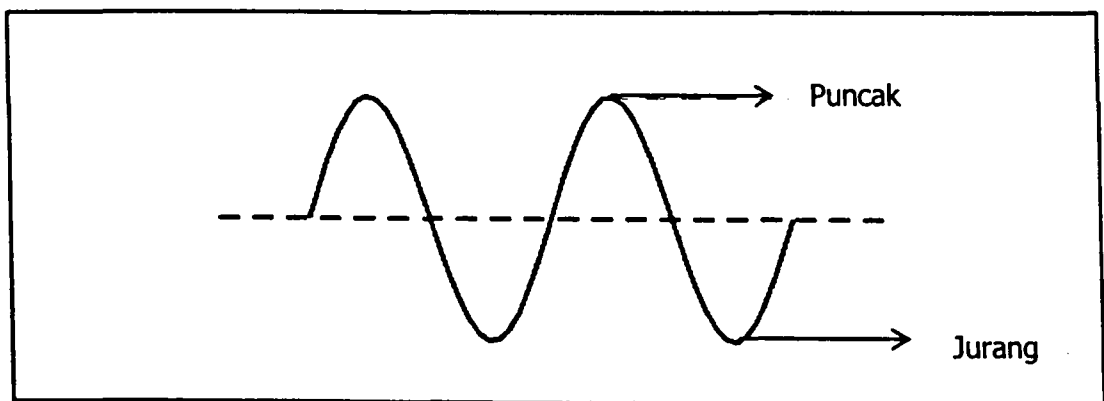
Imej tiga dimensi boleh dihasilkan dengan adanya penciptaan komputer yang boleh menjana imej (*computer-generated imagery-CGI*) dan juga pengantaramukaan pengguna grafik (*graphical user interfaces-GUI*). Seterusnya penghasilan imej tiga



Imej tiga dimensi boleh dihasilkan dengan adanya penciptaan komputer yang boleh menjana imej (computer-generated imagery-CGI) dan juga pengantaramukaan pengguna grafik (graphical user interfaces-GUI). Seterusnya penghasilan imej tiga dimensi semakin berkembang dan juga realistik dengan adanya komputer yang lebih maju, teknik-teknik tiga dimensi dan juga perisian atau aplikasi model tiga dimensi.

2.2 Gelombang

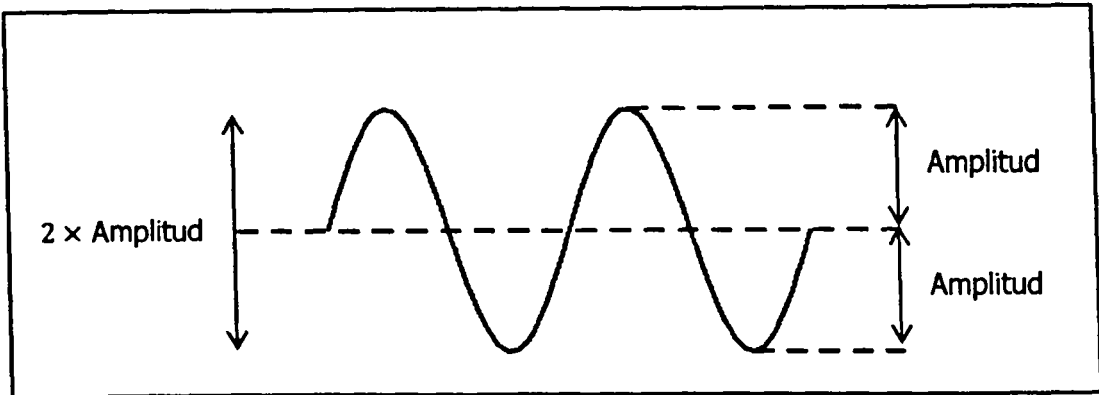
Gelombang merupakan satu gangguan (*disturbances*) yang bergerak melalui *medium*. Gelombang adalah perpindahan tenaga dan bukannya hasil daripada pergerakan partikel. Gelombang air terdiri daripada puncak dan jurang (Rajah 2.1). Puncak ialah permukaan air yang tinggi daripada permukaan air yang asal manakala jurang ialah permukaan air yang rendah daripada permukaan air yang asal.



Rajah 2.1 Puncak dan jurang gelombang

2.2.1 Sifat Gelombang: Amplitud

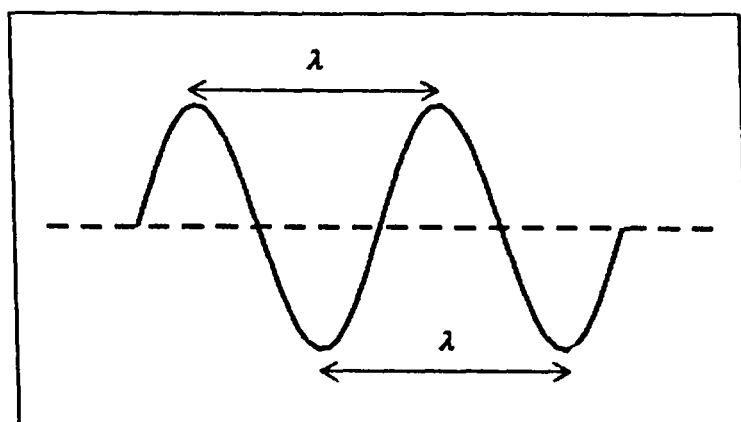
Ketinggian puncak dan kedalaman jurang merupakan ciri-ciri air yang dikenali sebagai amplitud. Jarak tegak di antara dasar jurang dan juga atas puncak merupakan dua kali ganda amplitud (rujuk Rajah 2.2).



Rajah 2.2 Amplitud gelombang

2.2.2 Sifat Gelombang: Jarak Gelombang

Jarak gelombang ialah jarak di antara dua titik bersebelahan sebagai contoh jarak di antara dua puncak ataupun jarak di antara dua jurang. Dua titik tersebut tidak semestinya titik dari dua puncak atau jurang, tetapi dua titik yang dapat menghasilkan satu putaran lengkap. Jarak gelombang dapat dilihat pada Rajah 2.3.



Rajah 2.3 Jarak Gelombang, (λ)

RUJUKAN

- Coder, K. D., Daniel, B. 1999. Basic Water Properties: Attributes and Reactions Essential for Tree Life. *Warnell School of Forest Resources*, **6**: 1-12.
- Feng, Y. & Fan, H. 2010. Research on Dynamic Water Surface and Ripple Animation. *I.J. Information Technology and Computer Science*, **1**: 18-24.
- Garrison, T. 2010. *Oceanography: An Invitation to Marine Science*. Cengage Learning: USA.
- Hearn, D. & Baker, M. P. 2004 *Computer Graphics with OpenGL*. Pearson Prentice Hall: Upper Saddle River.
- Iglesias, A. 2004. Computer Graphics for Water Modelling and Rendering: A Survey. *Future Generation Computer Systems*, **20**: 1355-1374.
- Iwasaki, K., Dobashi, Y., Yoshimoto, F. & Nishita, T. 2006. Real-time Rendering of Point Based Water Surfaces. *Advances in Computer Graphics*, **4035**: 102-114.
- Kenyon, K. E. 1998. Capillary Waves Understood by an Elementary Method. *Journal of Oceanography*, **54**: 343-346.
- Johasz, I & Roth, A. 2013. A Class of Generalized B-Spline Curves. *Computer Aided Geometric Design*, **30**: 85-115.
- McConnel, J. J. 2006. *Computer graphics: Theory into Practice*. Jones & Bartett Publisher: Canada.
- Miklos, B. 2004. *Real-time Fluid Simulation Using Height Fields*. Thesis. Swiss Federal Institute of Technology Zurich.
- Schimmels, S. & Berkhahn, V. 2003. B-spline Surface Based Grid Generation for Wave Simulation. *Proceedings of The Thirteenth (2003) international Offshore and Polar Engineering Conference*, 25-30 May 2003, Honolulu, Hawaii, USA.
- Songxin, S., Xiuxi, Y., Zhaoxia, D., & Yin Z. 2007. Real-time Simulation of Large-scale Dynamic Water. *Simulation Modelling and Theory*, **15**: 635-646.
- Than, H. A., Madihah Jaafar Sidek, Ejria Saleh & Muhammad Ali S. Hussien. 2013. *Atmosphere and Ocean: An Introduction to Marine Science*. Universiti Malaysia Sabah: Kota Kinabalu.
- Ts'o, P. Y. & Barsky, B. A. 1987. Modelling and Rendering Waves: Wave-tracing using Beta Splines and Reflective and Refractive Texture Mapping. University of California, Berkeley, *ACM Transactions on Graphics*, **6**: 191-214.
- Yuksel, C. 2010. *Real-time Water Waves with Wave Particles*. PhD. Thesis. A&M University, Texas.
- Zhou, X. 2003. *Fast Fluid and its Applications*. M.Phil. Thesis. University of Hong Kong.