

**STRUKTUR JEJARING SEGI TIGA
MENGUNAKAN GABUNGAN SENARAI SISI
TERHUBUNG-BERGANDA DAN SKIM RERAMA
(IDCEL)**



NURHAMIEZRAH BINTI MIDIN

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2019**

**STRUKTUR JEJARING SEGI TIGA
MENGUNAKAN GABUNGAN SENARAI SISI
TERHUBUNG-BERGANDA DAN SKIM RERAMA
(IDCEL)**



NURHAMIEZRAH BINTI MIDIN

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**TESIS DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
KEPERLUAN PENGAJIAN IJAZAH SARJANA
SAINS**

**FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2019**

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

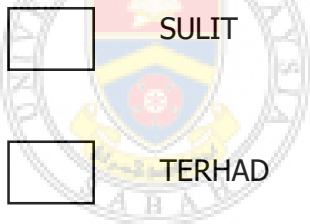
BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: **STRUKTUR JEJARING SEGI TIGA MENGGUNAKAN GABUNGAN SENARAI SISI TERHUBUNG-BERGANDA DAN SKIM RERAMA (IDCEL)**

IJAZAH: **SARJANA SAINS (MATEMATIK DENGAN GRAFIK BERKOMPUTER)**

Saya **NURHAMIEZRAH BINTI MIDIN**, Sesi **2014-2019**, mengaku membenarkan tesis Sarjana ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis ini adalah hak milik 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 dalam AKTA RAHSIA 1972)

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh,

NURHAMIEZRAH BINTI MIDIN
MS1421107T

(Tandatangan Pustakawan)

Tarikh : 01 Mac 2019

(Prof. Madya Dr. Abdullah Bade)
Penyelia

PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

10 DISEMBER 2018

NURHAMIEZRAH BINTI MIDIN

MS1421107T



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN

NAMA : NURHAMIEZRAH BINTI MIDIN
NO. MATRIK : MS1421107T
TAJUK : STRUKTUR JEJARING SEGI TIGA MENGGUNAKAN
GABUNGAN SENARAI SISI TERHUBUNG-BERGANDA DAN
SKIM RERAMA (IDCEL)
IJAZAH : SARJANA SAINS (GRAFIK BERKOMPUTER DENGAN
MATEMATIK)
TARIKH VIVA : 08 NOVEMBER 2018

DISAHKAN OLEH

PENYELIA

Prof. Madya Dr. Abdullah Bade



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Tandatangan

PENGHARGAAN



Dengan Nama Allah S.W.T Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Segala puji bagi Allah S.W.T tuhan semesta alam. Selawat dan salam ke atas junjungan besar Nabi Muhammad S.A.W. Salam sejahtera kepada keluarga, sahabat-sahabat serta isteri-isteri baginda. Syukur kehadiran Allah S.W.T dengan izin dan pertolongan dariNya maka saya dapat menyempurnakan tesis ini.

Jutaan terima kasih dan penghargaan ditujukan khas kepada penyelia saya Prof. Madya Dr. Abdullah Bade kerana banyak memberi saranan, mencurahkan ilmu, memberi tunjuk ajar serta nasihat dari awal hingga ke peringkat akhir tesis ini. Saya berdoa semoga segala kebaikan yang telah dicurahkan kepada saya akan dikurniakan ganjaran kebaikan dari Allah S.W.T baik di dunia mahupun di akhirat.

Buat kedua ibubapa Midin bin Asli dan Suryani binti Noortaip, terima kasih atas doa kalian berdua yang tidak putus-putus buat anakanda tercinta. Tidak lupa juga kepada sahabat-sahabat perjuangan yang bersama-sama berkongsi pengalaman penyelidikan dan gelak tawa bersama. Buat suami Abd Wahid bin Abd Razak, terima kasih atas sokongan yang tidak pernah padam dalam memastikan saya menyiapkan tesis ini sebaiknya.

Akhir bicara, saya mengucapkan ribuan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Malaysia kerana menyalurkan bantuan pengajian MyBrain sebagai penaja biasiswa saya dari mula hingga akhir pengajian, Kumpulan Yayasan Sabah, Universiti Malaysia Sabah terutamanya Fakulti Sains dan Sumber Alam yang telah membantu dalam menyediakan pelbagai kemudahan dan layanan yang terbaik.

NURHAMIEZRAH BINTI MIDIN

10 DISEMBER 2018

ABSTRAK

Kaedah subdivisi telah terbukti dapat menghasilkan permukaan licin bagi model 3D berasaskan jejaring segi tiga dengan membahagikan setiap muka segi tiga ke unit yang lebih kecil dalam beberapa iterasi. Walau bagaimanapun, proses ini menyebabkan model 3D menjadi semakin kompleks berikutan bilangan data jejaring meningkat bagi setiap iterasi subdivisi. Struktur jejaring poligon yang baik adalah struktur yang mampu mengendalikan jumlah data jejaring yang banyak dalam masa yang singkat. Pelaksanaan subdivisi oleh penyelidik terdahulu membuktikan bahawa proses subdivisi memerlukan kos komputasi masa yang tinggi. Untuk mengurangkan kos komputasi masa ini, penyelidik terdahulu juga membangunkan struktur jejaring poligon yang memfokuskan pada salah satu maklumat sahaja iaitu maklumat topologi atau maklumat geometri kerana tidak semua aplikasi yang memerlukan kedua-dua maklumat pada masa yang sama. Justeru, kajian ini adalah untuk membangunkan struktur jejaring segi tiga bagi model 3D kompleks yang efisien dari sudut masa komputasi dengan menggabungkan struktur data Senarai Sisi Terhubung Berganda yang diubahsuai (MDCEL) dan skim subdivisi Skim Rerama yang ditambahbaik (IMBS). Teknik MDCEL diperkenalkan untuk meningkatkan masa komputasi jejaring segi tiga dengan menetapkan orientasi sisi-separuh dalam orientasi yang sama. Pengujian telah dilakukan ke atas beberapa model 3D. Model yang mempunyai sisi paling banyak adalah model arnab. Masa yang diambil oleh MDCEL adalah 5.23525 saat atau 42.10% lebih laju berbanding teknik asal dalam komputasi keseluruhan sisi model arnab. IMBS pula adalah hasil pengubahsuaian Skim Rerama Kedua (MBS) yang mana mengendalikan *valence* normal yang bernilai 6 dan *valence* luar biasa (3, 4 dan 5) bagi titik jejaring segi tiga. Dengan menggunakan IMBS, masa komputasi jejaring segi tiga bagi model arnab yang memiliki 1168 muka asal adalah 13.836 saat, 6.57% lebih singkat daripada teknik asal. Penggabungan teknik MDCEL dan IMBS (IDCEL) akan menghasilkan satu teknik yang dapat mengurangkan masa komputasi bagi proses subdivisi. Masa komputasi yang diambil oleh IDCEL untuk memvisualkan model arnab adalah 6.059 saat (22.88%) lebih laju berbanding masa yang diambil oleh IMBS dan 24.934 saat iaitu 2.55% lebih cepat ketika melaksanakan iterasi peringkat keempat yang menghasilkan 299008 jejaring segi tiga bagi model arnab yang sama. Keputusan eksperimen ini menunjukkan teknik cadangan adalah efisien dari sudut masa komputasi dalam mengendalikan model 3D yang kompleks.

ABSTRACT

TRIANGULAR MESH STRUCTURE BY USING COMBINATION OF DOUBLY-CONNECTED EDGE LIST AND BUTTERFLY SCHEMES (IDCEL)

Subdivision method is proven to produce smooth surface of 3D triangular mesh by subdividing every triangular face into smaller unit in few iteration. However, the process is causing the 3D model to be more complex due to the increasing of mesh data for every iteration. A good mesh structure is the one that able to handle huge mesh data in short time. Subdivision process by past researchers proved that subdivision process needs high computational cost. To reduce the computational cost, earlier researchers have developed mesh structures that focused only on one information either on topological information or on geometrical information because not every application needs both information at the same time. Thus, this study is to develop a computational time efficient triangular mesh structure for 3D complex models by combining enhanced Doubly-Connected Edge List data structure (MDCEL) and modified Butterfly Scheme (MBS). MDCEL technique is introduced to shorten the computational time by setting the half-edge orientation in the same orientation. Tests are carried out on some 3D models. The model with highest number of edges is bunny model. Time taken for MDCEL is 5.23525 seconds or 42.10% faster than the original technique in computing bunny's edges. IMBS is a modification of Second Butterfly Scheme (MBS) which handles normal valence with value of 6 and extraordinary valence (3,4 and 5) for triangular mesh vertices. By using IMBS, the triangular mesh computational time for bunny with 1168 original faces is 13.836 seconds (6.57%) shorter than the original technique. Combination of MDCEL and IMBS (IDCEL) produced a technique that able to reduce the computational time of subdivision process. The computational time taken by IDCEL to visualize bunny is 6.059 seconds (2.88%) faster than the time taken by IMBS and 24.934 seconds, which is 2.55% faster while performing the fourth iteration that produce 299008 triangular mesh for the same bunny. The experimental results show that the proposed technique is computational time efficient in handling 3D complex models.

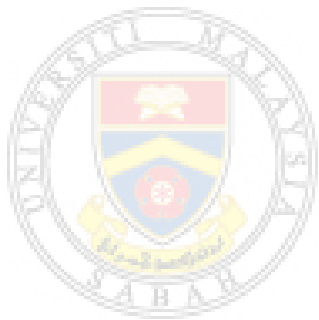
SENARAI KANDUNGAN

	HALAMAN
TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI ILUSTRASI	xii
SENARAI SIMBOL	xvi
SENARAI SINGKATAN	xvii
SENARAI LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENGENALAN	
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Pengenalan	1
1.3 Latar Belakang Masalah	12
1.4 Penyataan Masalah	15
1.5 Matlamat Kajian	15
1.6 Objektif Kajian	16
1.7 Skop Kajian	16
1.8 Struktur Organisasi Tesis	17
BAB 2 TINJAUAN KESUSASTERAAN	
2.1 Pengenalan	17
2.2 Permodelan Grafik Objek 3D	19
2.3 Struktur Data Berasaskan Muka	25
2.4 Struktur Data Berasaskan Sisi	26
2.4.1 Sisi-Bersayap (<i>Winged-Edge</i>)	26
2.4.2 Sisi-Separuh (<i>Half-Edge</i>)	27

	2.4.3 Sisi-Terarah (<i>Directed-Edge</i>)	28
	2.4.4 Senarai Sisi Terhubung-Berganda (DCEL)	30
	2.4.5 Jejaring Cache (<i>Cache-Mesh</i>)	31
	2.4.6 Struktur Data Jejaring Fizikal	32
2.5	Skim Subdivisi	33
	2.5.1 Algoritma Chaikin	33
	2.5.2 Algoritma Catmull-Clark	35
	2.5.3 Algoritma Doo-Sabin	36
	2.5.4 Skim Subdivisi Loop	38
	2.5.5 Skim Subdivisi Sisi-Tengah (<i>Mid-Edge</i>)	40
	2.5.6 Skim Subdivisi $\sqrt{3}$	41
	2.5.7 Skim Rerama	43
2.6	Struktur Data Bagi Skim Subdivisi	43
2.7	Perbincangan	46
BAB 3	METODOLOGI	
3.1	Pendahuluan	48
3.2	Kerangka Kerja Penyelidikan	48
3.3	Seni Bina Teknik Cadangan	50
3.4	DCEL Yang Ditambahbaik (MDCEL)	54
3.5	Skim Rerama Yang Diubahsuai	56
3.6	Pengujian dan Penilaian	58
3.7	Ringkasan	59
BAB 4	SENARAI SISI TERHUBUNG-BERGANDA YANG DITAMBAH BAIK (MDCEL)	
4.1	Pendahuluan	62
4.2	DCEL Yang Ditambahbaik (MDCEL)	62
	4.2.1 Pembinaan Data Jejaring Segi Tiga	63
	4.2.2 Penyimpanan Data Jejaring Segi Tiga	68
4.3	Pengujian dan Analisa Keputusan	70
4.4	Perbincangan	77

BAB 5	SKIM RERAMA DIUBAHSUAI (IMBS)	
5.1	Pengenalan	78
5.2	Skim Rerama Diubahsuai (IMBS)	78
	5.2.1 Input	79
	5.2.2 Proses	80
	5.2.3 Output	84
5.3	Pengujian	85
	5.3.1 Pengujian Visual	85
	5.3.2 Pengujian Masa	91
5.4	Perbincangan	95
5.5	Ringkasan	97
BAB 6	STRUKTUR JEJARING SEGI TIGA 3D	
6.1	Pendahuluan	98
6.2	Gabungan Teknik	98
	6.2.1 Pengantaramuka Sistem	98
	6.2.2 Gabungan MDCEL dan IMBS	103
6.3	Eksperimen Dan Keputusan	107
6.4	Ringkasan	115
BAB 7	KESIMPULAN	
7.1	Kesimpulan	116
7.2	Sumbangan Kajian	117
	7.2.1 Menambahbaik Teknik DCEL Untuk Mengurangkan Masa Proses Subdivisi (MDCEL)	117
	7.2.2 Mengubahsuai Skim Rerama Untuk Menghasilkan Permukaan Objek Yang Licin (IMBS)	117
	7.2.3 Membangun Struktur Jejaring Segi Tiga Bagi Model 3D Kompleks Yang Efisien Dari Sudut Masa Komputasi	118
7.3	Peluasan Kajian	118
	7.3.1 Struktur Jejaring Poligon Jenis Lain	118

	7.3.2 Mengendalikan <i>Valence</i> Luar Biasa Bernilai Lebih Daripada 6	119
	7.3.3 Memperbaiki Ralat Jejaring Poligon	119
7.4	Penutup	119
	RUJUKAN	120
	LAMPIRAN	126



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI JADUAL

	HALAMAN
Jadual 4.1:	Kos komputasi model 3D 71
Jadual 4.2:	Penjanaan sisi jejaring model 3D 74
Jadual 4.3:	Ralat dalam jejaring segi tiga 76
Jadual 5.1:	Perbandingan Kedudukan Titik dalam Jejaring Model 3D 85
Jadual 5.2:	Perbandingan kedudukan titik dalam jejaring model 3D 87
Jadual 5.3:	Perbandingan visual permukaan model 3D secara berwarna 89
Jadual 5.4:	Masa yang diambil untuk subdivisi jejaring model 3D 91
Jadual 6.1:	Masa komputasi IMBS dan IDCEL 107
Jadual 6.2:	Bilangan muka jejaring segi tiga poligon 108
Jadual 6.3:	Catatan Masa Subdivisi Jejaring Model 3D (IDCEL dan IMBS) 109
Jadual 6.4:	Pemvisualan lengkung permukaan Gaun dalam mod <i>Surface</i> 114

SENARAI ILUSTRASI

	HALAMAN
Rajah 1.1:	Objek 2D (Segi Empat) dan 3D (Kiub) 2
Rajah 1.2:	(a) Jejaring Segi Tiga 2
	(b) Jejaring Segi Empat
Rajah 1.3:	Struktur Kompleks 3
Rajah 1.4:	Simplex $K = 0, 1, 2, 3, 4, 5$ 3
Rajah 1.5:	Subdivisi Objek Dari Kiri ke Kanan 4
Rajah 1.6:	Jejaring yang Mempunyai Topologi yang Sama 5
	Tetapi Berbeza Geometri
Rajah 1.7:	Skim Subdivisi $\sqrt{3}$ 6
Rajah 1.8:	Ilustrasi Lengkung C^n 7
Rajah 1.9:	Contoh Konfigurasi Mata Pada Skim Rerama 8
Rajah 1.10:	Perwakilan Struktur Sisi-Bersayap 9
Rajah 1.11:	Contoh Struktur Sisi-Arah 10
Rajah 1.12:	Perbandingan Antara Manifold dan Bukan Manifold 12
Rajah 1.13:	Masalah Geometri 15
Rajah 2.1:	Contoh Model yang Dipetakan Menggunakan 19
	Tekstur yang Diperolehi Melalui Pengimbas yang Murah
	a) Data Geometri yang Ditangkap
	b) Paparan Tekstur yang Ditangkap
	c) Pencahayaan Semula Daripada Atas
	d) Pencahayaan Daripada Belakang
Rajah 2.2:	Penjanaan Permukaan 3D Daripada 2D 20
	Menggunakan Formulasi Matematik
Rajah 2.3:	Ilustrasi Pembaikan yang Dilaksanakan ke Atas 22
	Poligon yang Berlubang
Rajah 2.4:	Ilustrasi Pembaikan Berdasarkan Isipadu Dalam 24
	2D
Rajah 2.5:	Proses Pembaikan Menggunakan Jarak Tanda 24
Rajah 2.6:	Struktur Jejaring Sisi-Bersayap 27

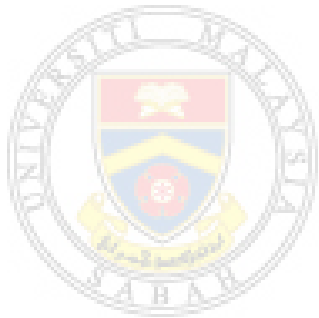
Rajah 2.7:	Struktur Jejaring Sisi-Terarah	29
Rajah 2.8:	DCEL pada Graf Planar	30
Rajah 2.9:	Algoritma DCEL Holmes	31
Rajah 2.10:	(a) Titik x (b) Bintang x (c) Bintang Tertutup x (d) Pautan x	32
Rajah 2.11:	Algoritma Chaikin	34
Rajah 2.12:	Tampalan B-spline	35
Rajah 2.13:	Kesinambungan Lengkung	37
Rajah 2.14:	Kaedah Subdivisi Doo-Sabin	39
Rajah 2.15:	Subdivisi Loop	40
Rajah 2.16:	Skim Subdivisi Sisi-Tengah Keatas Poligon Berbeza	41
Rajah 2.17:	Putaran Pentagon Melalui Subdivisi	42
Rajah 2.18:	Perbandingan Pemusnahan Sisi-Penuh dan Pemusnahan Sisi-Separuh	44
Rajah 2.19:	Perwakilan DCEL	46
Rajah 3.1:	Kerangka Kerja Penyelidikan	49
Rajah 3.2:	Seni Bina Teknik Cadangan	51
Rajah 3.3:	Perwakilan Jejaring Segi Tiga	52
Rajah 3.4:	(a) Stensil <i>Valence</i> Normal (b) Stensil <i>Valence</i> Luar Biasa	53
Rajah 3.5:	Proses Subdivisi Jejaring Segi Tiga	53
Rajah 3.6:	Algoritma DCEL	54
Rajah 3.7:	Algoritma Teknik MDCEL	54
Rajah 3.8:	Carta Alir Skim Rerama Asal	57
Rajah 3.9:	Carta Alir Proses Subdivisi yang Dicapangkan	57
Rajah 3.10:	(a) Model Jejaring Segi Tiga (b) Model Jejaring Segi Tiga (c) Model Jejaring Segi Tiga (d) Model Jejaring Segi Tiga (e) Model Jejaring Segi Tiga (f) Model Jejaring Segi Tiga	58

Rajah 4.1:	Algoritma Teknik MDCEL	63
Rajah 4.2:	Penjanaan Segi Tiga	64
Rajah 4.3:	Satu Titik Telah Digunakan oleh Segi Tiga Sedia Ada	64
Rajah 4.4:	Dua Titik Telah Digunakan oleh Dua Segi Tiga Berbeza	65
Rajah 4.5:	Dua Titik Telah Digunakan oleh Satu Segi Tiga	66
Rajah 4.6:	Semua Titik Telah Digunakan oleh Segi Tiga Sedia Ada	67
Rajah 4.7:	Proses Menghubungkan Semua Segi Tiga dan Membentuk Permukaan Tertutup	68
Rajah 4.8:	Kod Pseudo Bagi Penjanaan Sisi-Separuh Jejaring Segi Tiga	69
Rajah 4.9:	Gambaran Penjanaan Data Jejaring Segi Tiga	69
Rajah 4.10:	Graf Perbezaan Prestasi DCEL dan MDCEL	73
Rajah 4.11:	Graf Perbandingan Masa Komputasi Sisi Pertama Jejaring Bagi DCEL dan MDCEL	74
Rajah 4.12:	Graf Perbezaan Masa Komputasi Keseluruhan Sisi Jejaring Bagi DCEL dan MDCEL	75
Rajah 5.1:	Carta Alir Proses Subdivisi IMBS	79
Rajah 5.2:	Fail Data .Obj Bagi Objek Tetrahedron	80
Rajah 5.3:	Stensil Titik yang Mempunyai <i>Valence</i> Normal	81
Rajah 5.4:	Stensil Titik dengan <i>Valence</i> Luar Biasa	82
Rajah 5.5:	Kod Pseudo Proses Subdivisi Permukaan Jejaring Segi Tiga	83
Rajah 5.6:	Gambaran Pembentukan Muka Baru Dalam Proses Subdivisi Jejaring Segi Tiga	84
Rajah 5.7:	Perbandingan Masa yang Diambil Oleh MBS dan IMBS Untuk Memvisualkan Data Jejaring	92
Rajah 5.8:	Perbezaan Prestasi MBS dan IMBS Dalam Subdivisi Model Tetrahedron	92
Rajah 5.9:	Perbezaan Prestasi MBS dan IMBS Dalam Subdivisi Model Kiub	93

Rajah 5.10:	Perbezaan Prestasi MBS dan IMBS Dalam Subdivisi Model Torus	93
Rajah 5.11:	Perbezaan Prestasi MBS dan IMBS Dalam Subdivisi Model Sfera	94
Rajah 5.12:	Perbezaan Prestasi MBS dan IMBS Dalam Subdivisi Model Gaun	94
Rajah 5.13:	Perbezaan Prestasi MBS dan IMBS Dalam Subdivisi Model Arnab	95
Rajah 6.1:	Pengantaramuka Sistem	99
Rajah 6.2:	Visualisi Objek 3D (Arnab)	100
Rajah 6.3:	Medium Interaksi Pengguna dan Sistem	101
Rajah 6.4:	Subdivisi Torus	102
Rajah 6.5:	Algoritma MDCEL + IMBS	104
Rajah 6.6:	Stensil Titik Normal, <i>Valence</i> = 6	105
Rajah 6.7:	Carta Alir MDCEL + IMBS	106
Rajah 6.8:	Graf Perbandingan Masa Komputasi IMBS dan IDCEL	107
Rajah 6.9:	Perbandingan Masa Yang Diambil Oleh IDCEL dan IMBS untuk Memvisualkan Data Jejaring Poligon Asal	109
Rajah 6.10:	Perbezaan Prestasi IDCEL dan IMBS Dalam Subdivisi Model Tetrahedron	110
Rajah 6.11:	Perbezaan Prestasi IDCEL dan IMBS Dalam Subdivisi Model Kiub	110
Rajah 6.12:	Perbezaan Prestasi IDCEL dan IMBS Dalam Subdivisi Model Torus	111
Rajah 6.13:	Perbezaan Prestasi IDCEL dan IMBS Dalam Subdivisi Model Sfera	111
Rajah 6.14:	Perbezaan Prestasi IDCEL dan IMBS Dalam Subdivisi Model Gaun	112
Rajah 6.15:	Perbezaan Prestasi IDCEL dan IMBS Dalam Subdivisi Model Arnab	112

SENARAI SIMBOL

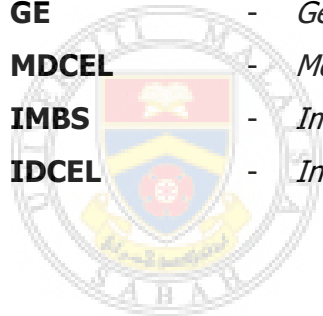
<i>F</i>	- Muka
<i>V</i>	- Titik
<i>E</i>	- Sisi
<i>W</i>	- Pemberat
<i>K</i>	- <i>Valence</i>
<i>S</i>	- Stensil
<i>Q</i>	- Titik tengah baru
<i>C</i>	- Kesenambungan parameter
<i>n</i>	- Jumlah terbitan



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI SINGKATAN

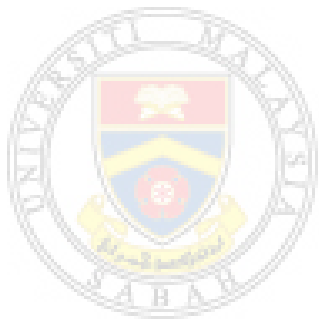
2D	-	Dua Dimensi
3D	-	Tiga Dimensi
MBS	-	<i>Modified Butterfly Scheme</i>
DCEL	-	<i>Doubly-Connected Edge List</i>
VRML	-	<i>Virtual Reality Modeling Language</i>
OBJ	-	<i>Object</i>
OFF	-	<i>Object File Format</i>
CAD	-	<i>Computer Aided Design</i>
MRI	-	<i>Magnetic Resonance Imaging</i>
PSLG	-	<i>Planar Straight-Line Graph</i>
HET	-	<i>Half-Edge Tree</i>
LOD	-	<i>Level-of-Details</i>
GE	-	<i>Geometric engine</i>
MDCEL	-	<i>Modified Doubly-Connected Edge List</i>
IMBS	-	<i>Improved Modified Butterfly Schemes</i>
IDCEL	-	<i>Integrated Doubly-Connected Edge List</i>



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A : Contoh Pengujian Ke Atas Model Arnab (IMBS)	126
Lampiran B : Contoh Pengujian Ke Atas Model Tetrahedron (MDCEL)	127



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 1

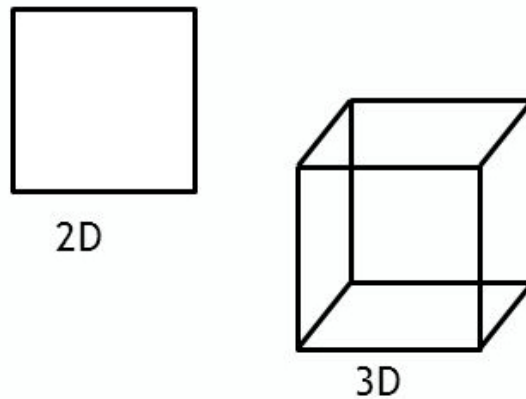
Pengenalan

1.1 Pendahuluan

Bab ini menerangkan penyelidikan secara keseluruhan, kenyataan tesis dan menjelaskan secara ringkas berkaitan struktur geometri jejaring segi tiga model 3D. Seksyen 1.2 memperkenalkan struktur jejaring segi tiga yang menjadi domain utama tesis ini. Seksyen 1.3 pula menghuraikan latar belakang masalah dan beberapa gerak kerja penyelidikan terdahulu manakala Seksyen 1.4 menerangkan pernyataan masalah tesis. Seterusnya, matlamat kajian tesis ditetapkan dalam Seksyen 1.5 dan objektif penyelidikan dalam Seksyen 1.6. Seksyen 1.7 menerangkan domain dan skop tesis. Akhir sekali, ringkasan setiap bab dalam tesis dirangkumkan dalam Seksyen 1.8.

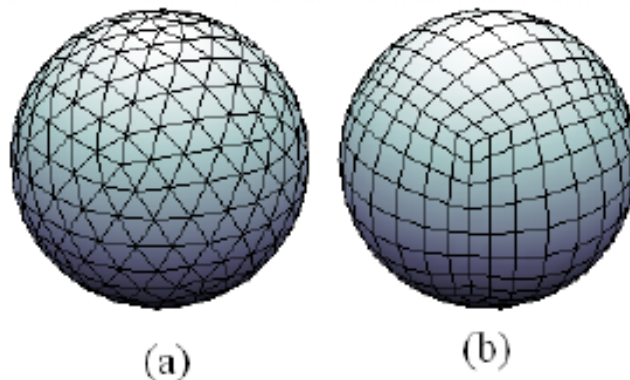
1.2 Pengenalan

Hiburan kini merupakan salah satu elemen yang tidak lagi dapat dielakkan dalam kehidupan seharian terutamanya kepada peminat permainan video dan filem. Sebahagian masyarakat sanggup menghabiskan sejumlah wang yang tidak kurang nilainya demi untuk merasai pengalaman visual yang terbaik. Persaingan dalam kalangan pemaju industri hiburan juga menjadi semakin sengit. Permainan video atau filem yang tidak mampu mengaplikasikan teknologi visual yang realistik dan berkualiti tinggi kurang menjadi perhatian para penonton. Oleh itu, proses penghasilan grafik interaktif yang menarik dan berkualiti perlu dikembangkan dan pastinya menggunakan kos yang tinggi.



Rajah 1.1 : Objek 2D (segi empat) dan 3D (kiub)

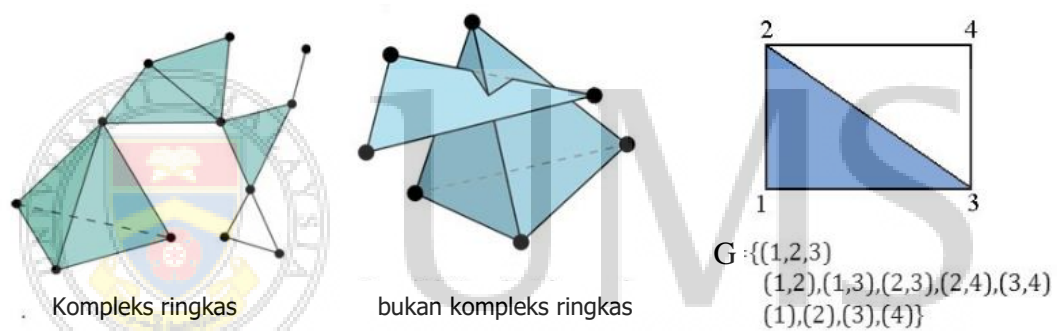
Pemvisualan grafik 3D adalah salah satu keperluan dalam perkembangan teknologi komputer grafik. Secara umumnya, objek 3D terdiri daripada gabungan permukaan 2D yang tertutup (Rajah 1.1) yang menghasilkan satu visual yang realistik berbanding visual 2D. Objek 3D memiliki data geometri yang berpaksikan 3 paksi iaitu paksi-x, paksi-y dan paksi-z. Oleh yang demikian, objek 3D secara visualnya kelihatan seperti mempunyai isi padu dan mempunyai jisim (pepejal) berbanding objek 2D yang kelihatan seperti sekeping kertas nipis apabila diputar pada paksi tertentu.



Rajah 1.2 : a) Jejaring segi tiga b) Jejaring segi empat
Sumber : Refzul *et al.* (2011)

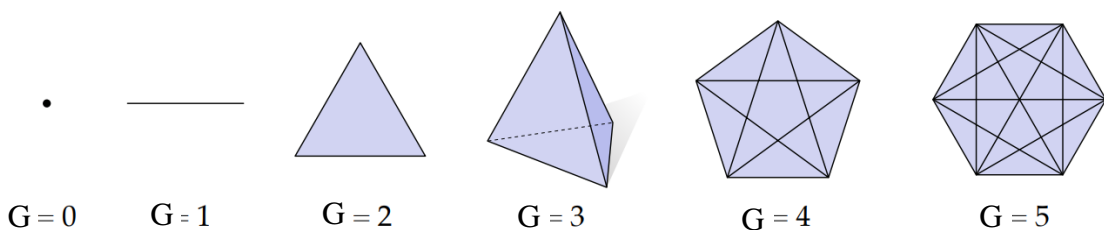
Data geometri bagi objek 3D terdiri daripada data objek 2D seperti jejaring poligon segi tiga atau segi empat seperti dalam Rajah 1.2. Objek 3D yang paling ringkas adalah tetrahedron (4 muka segi tiga) dan kiub (6 muka segi empat).

Kompleks Ringkas (*Simplicial Complexes*) atau kaedah simplex adalah suatu ruang yang mempunyai segi tiga. Secara formalnya, simplex G dalam R^n adalah *simplicial* R^n yang mana setiap muka dalam simplex G berada dalam G dan persimpangan antara dua *simplicial* K adalah muka bagi keduanya (Mumkres, 1993). Rajah 1.3 menunjukkan contoh kompleks ringkas. Simplex juga banyak digunakan dalam mempersembahkan multi-dimensi objek geometrik dalam permodelan geometrik. Secara umumnya, simplex G adalah titik, garisan, segi tiga, tetrahedron dan seterusnya. Rajah 1.4 adalah contoh simplex G yang mana $G = 0, 1, 2, 3, 4$ dan 5.



Rajah 1.3 : Struktur Kompleks Ringkas

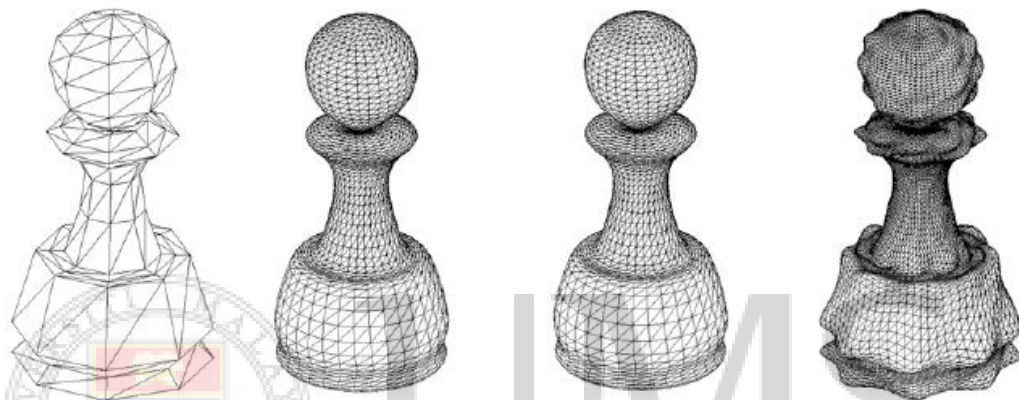
Sumber : http://images.slideplayer.com/32/10049402/slides/slide_5.jpg
Diakses pada 20 Mac 2017



Rajah 1.4 : Simplex $G = 0, 1, 2, 3, 4, 5$

Sumber : <http://brickisland.net/DDGfall2017/2017/09/07/slides-the-simplicial-complex/>. Diakses pada 20 Mac 2017

Subdivisi jejaring poligon merujuk kepada satu proses pembahagian permukaan sesuatu objek kepada beberapa sub-bahagian (Ejaz *et al.*, 2015). Dalam proses pemodelan, subdivisi adalah kaedah pemodelan geometri yang popular untuk menghasilkan permukaan lengkung dan licin melalui proses pembahagian permukaan jejaring poligon ke muka yang kecil secara berulang. Proses ini akhirnya akan memberi visual yang realistik dalam simulasi masa nyata. Rajah 1.5 menunjukkan contoh perubahan ke atas sesuatu objek selepas menjalani beberapa peringkat proses subdivisi.



Rajah 1.5 : Subdivisi objek dari kiri ke kanan
Sumber : Samavati *et al.* (2007)

Skim subdivisi penyempurnaan permukaan dikelaskan kepada dua skim. Skim anggaran (*approximate*) adalah skim yang akan mengubah kedudukan titik pada jejaring poligon asal mengikut kesesuaian manakala skim interpolasi (*interpolation*) pula memadamkan kedudukan titik baru berpandukan titik pada jejaring poligon yang asal (Pan *et al.*, 2012).