

**ANALISIS PRESTASI FAMILI KAEDAH LELARAN
BLOK BERPEMBERAT DENGAN PENGOPERASI
LAPLACIAN LIMA DAN SEMBILAN TITIK KE
ATAS PENGABURAN IMEJ**



NURUL AFIQAH BINTI BASRAN

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

**ANALISIS PRESTASI FAMILI KAEDAH LELARAN
BLOK BERPEMBERAT DENGAN PENGOPERASI
LAPLACIAN LIMA DAN SEMBILAN TITIK KE
ATAS PENGABURAN IMEJ**

NURUL AFIQAH BINTI BASRAN



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SYARAT MEMPEROLEH PENGIJAZAHAN IJAZAH
SARJANA SAINS**

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

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: **ANALISIS PRESTASI FAMILI KAEDAH LELARAN BLOK
BERPEMBERAT DENGAN PENGOPERASI LAPLACIAN LIMA DAN
SEMBILAN TITIK KE ATAS PENGABURAN IMEJ**

IJAZAH: **SARJANA SAINS (MATEMATIK)**

Saya **NURUL AFIQAH BINTI BASRAN**, Sesi **2018-2019**, 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,

NURUL AFIQAH BINTI BASRAN
MS1721039T

(Tandatangan Pustakawan)

Tarikh : 23 September 2019

(Prof. Madya Dr. Jumat Sulaiman)
Penyelia Utama

(Prof. Madya Dr. Azali Saudi)
Penyelia Bersama

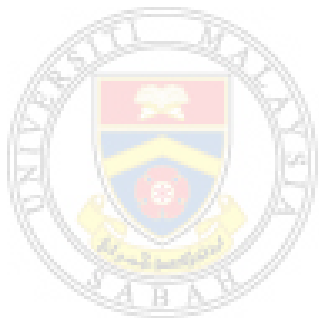
PENGAKUAN

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

23 SEPTEMBER 2019

NURUL AFIQAH BINTI BASRAN

MS1721039T



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN

NAMA : **NURUL AFIQAH BASRAN**
NO MATRIK : **MS1721039T**
TAJUK : **ANALISIS PRESTASI FAMILI KAEDAH LELARAN BLOK
BERPEMBERAT DENGAN PENGOPERASI LAPLACIAN
LIMA DAN SEMBILAN TITIK KE ATAS PENGABURAN
IMEJ**
IJAZAH : **SARJANA SAINS (MATEMATIK)**
TARIKH VIVA : **06 SEPTEMBER 2019**

DISAHKAN OLEH;

Tandatangan

1. PENYELIA UTAMA



PROF. MADYA DR. JUMAT SULAIMAN

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2. PENYELIA BERSAMA

PROF. MADYA DR. AZALI SAUDI

PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah S.W.T kerana dengan limpah kurnia-Nya. Alhamdulillah saya dapat menjalankan dan menyiapkan projek ini dengan jayanya. Saya ingin mengucapkan ribuan terimas kasih dan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua pihak yang telah menjadi tulang belakang sepanjang saya menyiapkan projek ini.

Setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih saya ucapkan kepada penyelia utama saya, Prof. Madya Dr. Jumat Sulaiman serta penyelia bersama saya, Dr. Azali Saudi di atas segala bimbingan dan tunjuk ajar serta cadangan-cadangan yang diberikan selama tempoh menyiapkan disertasi ini. Dengan segala ilmu pengetahuan dan nasihat yang diberikan telah dapat membantu saya dalam menghasilkan sebuah karya disertasi yang baik.

Ucapan terima kasih juga saya tujukan kepada kedua ibu bapa saya Pn. Hayati Binti Hassan dan En. Basran Bin Osman, adik-beradik dan keluarga saya yang disayangi. Dengan dorongan dan semangat yang diberikan, saya mampu mengatasi semua cabaran semasa menjalankan kajian ini. Penghargaan yang tinggi juga ditujukan buat rakan-rakan seperjuangan saya, Eng Jeng Hong, Nur Afza Mat Ali, Rostang Rahman, Nur Farah Azira, Labiyana, Nurasyidah dan Mohd Norfadli Suardi kerana telah memberi tunjuk ajar dan sanggup membantu dalam menghadapi segala kesulitan sepanjang kajian ini dijalankan serta menyumbangkan buah fikiran. Tanpa sokongan dan pertolongan daripada semua pihak dalam mengatasi semua cabaran dan rintangan ini maka tidak sempurnalah projek ini. Oleh itu, jasa baik dan budi yang telah dicurahkan adalah sangat dihargai dan akan dikenang selamanya.

Nurul Afiqah Binti Basran

25 Mei 2019

ABSTRAK

Proses pengaburan imej merupakan salah satu teknik penurasan dalam pemprosesan imej. Konsep yang digunakan dalam kajian ini adalah untuk mengaburkan imej dan mengekalkan ciri-ciri penting pada sesebuah imej seperti bucu imej dimana kajian ini amat penting dalam penglihatan komputer. Sehubungan dengan itu, motivasi kajian ini adalah untuk mengaplikasikan famili kaedah lelaran blok berpemberat ke atas aplikasi pengaburan imej melalui penyelesaian persamaan resapan tak linear. Hal ini kerana penyelesaian menggunakan kaedah lelaran titik klasik oleh pengkaji lalu memerlukan kos pengiraan yang tinggi iaitu dari segi masa pemprosesan. Dalam usaha untuk membangunkan kaedah berangka bagi mendapat penyelesaian yang lebih efisien dan cepat melalui peminimuman kos pengiraan, persamaan penghampiran beza sehingga tersirat ke atas pengoperasi Laplacian lima titik dan sembilan titik bagi persamaan resapan tak linear telah dibina. Kedua-dua pengoperasi tersebut diambil kira dalam menerbitkan persamaan penghampiran yang sepadan dan diaplikasikan bagi mendapat sistem linear yang kemudiannya diselesaikan menggunakan kaedah lelaran yang dipertimbangkan. Oleh itu, kajian ini cuba menentusahkan keefisienan pengiraan famili kaedah lelaran titik SOR dan famili kaedah blok SOR bagi menyelesaikan persamaan penghampiran beza sehingga pada permasalahan persamaan resapan tak linear bagi pengaplikasian pengaburan menerusi pengoperasi Laplacian lima titik (5L) dan sembilan titik (9L). Terdapat empat imej eksperimen berwarna yang bersaiz 256x256, 512x512 dan 1024x1024 telah dipilih untuk menguji keefisienan pengiraan bagi kaedah lelaran titik dan blok titik iaitu kaedah lelaran Gauss-Seidel (GS), Pengenduran Berlebihan Berturut-turut (SOR), dua-titik Kumpulan Tak Tersirat (2-EG), dua-titik Kumpulan Tak Tersirat Pengenduran Berlebihan Berturut-turut (2-ESOR), empat-titik Kumpulan Tak Tersirat (4-EG) dan empat-titik kumpulan Tak Tersirat Pengenduran Berlebihan Berturut-turut (4-EGSOR) masing-masing dirumuskan berdasarkan kepada pengoperasi Laplacian lima dan sembilan titik. Hasil berangka menunjukkan bahawa kaedah lelaran 4-EGSOR-5L adalah lebih efisien dalam pengurangan bilangan dan masa lelaran dalam menyelesaikan persamaan resapan tak linear dalam pengaburan imej jika dibandingkan dengan kaedah kawalan (kaedah lelaran Jacobi-5L) iaitu masing-masing pada kadar 81.00%-86.75% dan 73.77%-89.24% diikuti oleh kaedah 4-EGSOR-9L pada kadar 85.00%-89.50% dan 65.58%-87.37%. Hasil dari imej kabur semua kaedah lelaran berkenaan telah menunjukkan tiada perbezaan yang ketara berdasarkan penilaian kualiti imej dari segi subjektif dan objektif dengan indeks SSIM yang lebih daripada 0.9 iaitu hampir kepada satu. Dengan itu, kajian ini dapat memberi sumbangan pada bidang pengimejan menerusi pengurangan kekompleksan pengiraan dalam proses penurasan imej.

ABSTRACT

PERFORMANCE ANALYSIS FAMILY OF WEIGHTED BLOCK ITERATIVE METHOD VIA FIVE AND NINE POINTS LAPLACIAN OPERATOR ON IMAGE BLURRING

The image blurring process is one of the filtration techniques used in image processing field. The concept used in this study is to blur the image while maintaining the important features such as sharp edges where this study is very crucial in the computer vision area. Accordingly, the motivation of this study is to apply the block iterative method on image blurring application through the solution of nonlinear diffusion equation. This is because the solution using the classic iterative method by the past researcher requires a high cost of computation in terms of processing time. In order to develop numerical methods to obtain solutions that are more efficient and faster by minimizing the cost calculations, implicit finite difference approximation of nonlinear diffusion equations is constructed via five and nine points Laplacian operator. Both operators are considered to issue corresponding approximation equations and apply to the desired linear system. Both operators are taken into account in deriving the corresponding approximation equations and applied to obtain a linear system which is then solved using considered iterative method. Therefore, this study attempts to verify the computational efficiency family of SOR point iterative method and family of block SOR point iterative method in solving finite difference approximation equations of nonlinear diffusion equations for the application of image blurring via five-point (5L) and nine-point (9L) Laplacian operators. There are four colour experimental images of sizes 256x256, 512x512 and 1024x1024 selected to test the efficiency of the calculations for the point and block iterative methods such as Gauss-Seidel (GS) Successive Over-Relaxation (SOR), two-point Explicit Group (2-EG), two-point Explicit Group Successive Over-Relaxation (2-ESOR), four-point Explicit Group (4-EG) and four-point Explicit Group Successive Over-Relaxation (4-EGSOR) where each of which was formulated based on five and nine point Laplacian operators. method is more efficient in reducing the number and time of iteration in solving nonlinear diffusion equations in image blurring compared with the control method (Jacobi-5L iteration method) at 81.00% - 86.75% and 73.77% -89.24% followed by 4-EGSOR-9L at 85.00% -89.50% and 65.58% -87.37%, respectively. The results of the blurred images of all the iteration methods showed no notable differences based on subjective and objective approach of image quality assessments with an SSIM index of greater than 0.9 which is close to one. Thus, this study can contribute to the field of imaging through the reduction of computational complexity in the image filtering process.

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI SINGKATAN	xvii
SENARAI SIMBOL	xviii
SENARAI ISTILAH	xix
SENARAI LAMPIRAN	xx
BAB 1: PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Pemerihalan Ciri-ciri Asas Dalam Pemprosesan Imej Digital	5
1.2.1 Pendigitalan Imej	5
1.2.2 Imej Dalam Bentuk Matriks	6
1.2.3 Perwakilan Model Warna Dalam Imej Digital	7
1.3 Persamaan Terbitan Separa Dalam Pemprosesan Imej	9
1.4 Persamaan Resapan Tak Linear	10
1.4.1 Penyelesaian Masalah Menggunakan Kaedah Lelaran	12
1.5 Pernyataan Masalah	14
1.6 Persoalan Kajian	16
1.7 Objektif Kajian	17
1.8 Skop Kajian	17

1.9	Organisasi Tesis	18
BAB 2 : ULASAN KEPUSTAKAAN		
2.1	Pengenalan	21
2.2	Peranan fungsi pengaburan imej dalam permasalahan saintifik	22
	2.2.1 Pelicinan Imej	23
	2.2.2 Pengesanan Bucu Imej	25
	2.2.3 Penyingkiran Hingar Imej	28
2.3	Aplikasi Persamaan Terbitan Separa Dalam Permasalahan Pemrosesan Imej	30
	2.3.1 Aplikasi PTS Eliptik	30
	2.3.2 Aplikasi PTS Parabolik	31
	2.3.3 Aplikasi PTS Hiperbolik	32
2.4	Sorotan kaedah-kaedah penyelesaian dalam proses pengaburan imej	33
	2.4.1 Kaedah Analitikal	34
	2.4.2 Kaedah Isipadu Terhingga	34
	2.4.3 Kaedah Unsur Terhingga	36
	2.4.4 Kedah Beza Terhingga	38
2.5	Sorotan Kaedah Lelaran Dalam Menyelesaikan Masalah Matematik	39
	2.5.1 Perkembangan Konsep Lelaran Sapuan Penuh Lima Titik	40
	2.5.2 Perkembangan Konsep Lelaran Sapuan Penuh Sembilan Titik	43
2.6	Rumusan Perbincangan	44
BAB 3 : PERUMUSAN PENDISKRETAN BEZA TERHINGGA MENERUSI SKEMA TERSIRAT BAGI APLIKASI PENGABURAN IMEJ		
3.1	Pengenalan	46
3.2	Konsep Asas Kaedah Berangka Dalam Pemrosesan Imej	47
	3.2.1 Kembangan Siri Taylor	48
	3.2.2 Perumusan Kaedah Beza Terhingga	49
	3.2.3 Perumusan Beza Terhingga dalam Pemrosesan Imej	53
3.3	Pemerihalan Model Persamaan Resapan Tak Linear	56
3.4	Perumusan Persamaan Penghampiran Beza Terhingga Dalam Pemrosesan Imej	58
	3.4.1 Kes Perumusan Persamaan Penghampiran Menerusi Pengoperasi Laplacian Lima Titik	58

3.4.2	Kes Perumusan Persamaan Penghampiran dengan Pengoperasi Laplacian Sembilan Titik	61
3.5	Perumusan Kaedah Lelaran bagi Penyelesaian Sistem Persamaan Linear	64
3.5.1	Penerbitan Rumus Famili Kaedah Lelaran Titik	70
3.5.2	Penerbitan Rumus Famili Kaedah Lelaran Blok	76
3.6	Penilaian Kualiti Imej	92
3.6.1	Ralat Purata Persegi (MSE)	93
3.6.2	Puncak Nisbah Signal ke Hingar (PSNR)	93
3.6.3	Struktur Keserupaan (SSIM)	93
3.7	Rumusan Perbincangan	94

BAB 4 : PENYELESAIAN HAMPIRAN BAGI PERMASALAHAN KAJIAN DENGAN PENGOPERSI LAPLACIAN LIMA TITIK

4.1	Pengenalan	95
4.2	Perihal Permasalahan Kajian Yang Dipertimbangkan	96
4.3	Penyelesaian Hampiran Menggunakan Famili Kaedah Lelaran Titik ke atas Pengoperasi 5L	99
4.3.1	Keputusan Berangka yang Direkodkan bagi Famili Kaedah Lelaran Titik SOR 5L	99
4.3.2	Analisis Dapatan Kajian	111
4.4	Penyelesaian Hampiran Menggunakan Famili Kaedah Lelaran Blok SOR 5L	112
4.4.1	Keputusan Berangka bagi Famili Kaedah Lelaran Blok SOR 5L yang Direkodkan	113
4.4.2	Analisis Dapatan Kajian	125
4.5	Analisis Kekompleksan Pengiraan	126
4.6	Rumusan Perbincangan	129

BAB 5 : PENYELESAIAN HAMPIRAN BAGI PERMASALAHAN KAJIAN DENGAN PENGOPERASI LAPLACIAN SEMBILAN TITIK

5.1	Pengenalan	130
5.2	Perihal Permasalahan Kajian Yang Dipertimbangkan	131
5.3	Penyelesaian Hampiran Menggunakan Famili Kaedah Lelaran Titik ke atas Pengoperasi 9L	132

5.3.1	Keputusan dan Analisis Dapatan Kajian bagi Famili Kaedah Lelaran Titik SOR 9L	132
5.4	Penyelesaian Hampiran Menggunakan Famili Kaedah Lelaran Blok SOR ke atas Pengoperasi 9L.	145
5.4.1	Keputusan dan Analisis Dapatan Kajian bagi Famili Kaedah Lelaran Blok SOR 9L	145
5.5	Analisis Kekompleksan Pengiraan	158
5.6	Perbandingan Prestasi Penyelesaian Antara Pengoperasi Laplacian Lima Dan Sembilan Titik	161
5.7	Rumusan Perbincangan	162
BAB 6 : KESIMPULAN , SUMBANGAN DAN CADANGAN		
6.1	Rumusan Dapatan Kajian	164
6.2	Sumbangan Kajian	166
6.3	Cadangan Penyelidikan Akan Datang	167
RUJUKAN		168
LAMPIRAN		181

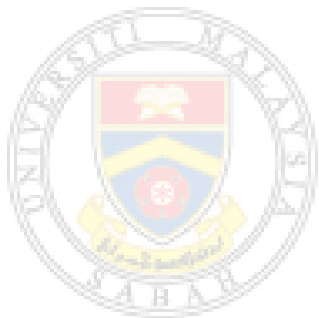


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 3.1: Perbezaan ketiga-tiga jenis kaedah beza terhingga.	57
Jadual 4.1: Bilangan lelaran dan masa lelaran yang digunakan bagi famili kaedah lelaran titik SOR 5L.	102
Jadual 4.2: Peratusan pengurangan bilangan lelaran dan masa lelaran bagi kaedah lelaran GS-5L dan SOR-5L berbanding dengan kaedah lelaran Jacobi-5L.	111
Jadual 4.3: Penilaian kualiti imej yang diperolehi melalui perbandingan imej akhir famili kaedah lelaran titik SOR 5L yang dikaji dan imej akhir kaedah kawalan.	112
Jadual 4.4: Bilangan lelaran dan masa lelaran yang digunakan bagi famili kaedah lelaran blok SOR 5L.	116
Jadual 4.5: Peratusan pengurangan bilangan lelaran dan masa lelaran bagi famili kaedah lelaran blok SOR 5L berbanding dengan kaedah lelaran Jacobi-5L.	125
Jadual 4.6: Penilaian kualiti imej yang diperolehi melalui perbandingan imej akhir famili kaedah lelaran blok SOR 5L yang dikaji dan imej akhir kaedah kawalan.	126
Jadual 4.7: Bilangan operasi aritmetik per lelaran untuk satu titik nod bagi kaedah lelaran pengoperasi Laplacian lima titik ke atas semua permasalahan.	130
Jadual 4.8: Perbandingan jumlah operasi aritmetik bagi kaedah lelaran Jacobi-5L dan 4-EGSOR-9L bagi penyelesaian imej (a) pada $m = 1024$.	130
Jadual 5.1: Bilangan lelaran dan masa lelaran yang digunakan bagi famili kaedah lelaran titik SOR 9L.	135
Jadual 5.2: Peratusan pengurangan bilangan lelaran dan masa lelaran bagi kaedah lelaran Jacobi-9L, GS-9L dan SOR-9L berbanding dengan kaedah lelaran Jacobi-5L.	138
Jadual 5.3: Penilaian kualiti imej yang diperolehi melalui perbandingan imej akhir famili kaedah lelaran titik SOR 9L yang dikaji dan imej akhir kaedah kawalan.	140
Jadual 5.4: Bilangan lelaran dan masa lelaran yang digunakan bagi famili kaedah lelaran blok SOR 9L.	149

Jadual 5.5	Peratusan pengurangan bilangan lelaran dan masa lelaran bagi famili kaedah lelaran blok SOR 9L berbanding dengan kaedah lelaran Jacobi-5L.	152
Jadual 5.6:	Penilaian kualiti imej yang diperolehi melalui perbandingan imej akhir famili kaedah lelaran blok SOR 9L yang dikaji dan imej akhir kaedah kawalan.	153
Jadual 5.7:	Bilangan operasi aritmetik per lelaran untuk satu titik nod bagi kaedah lelaran pengoperasi Laplacian sembilan titik ke atas semua permasalahan.	161
Jadual 5.8:	Perbandingan jumlah operasi aritmetik bagi kaedah lelaran Jacobi-5L, Jacobi-9L dan 4-EGSOR-9L bagi penyelesaian imej (a) pada $m = 1024$.	162



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 1.1: Imej X-ray gigi; (a) Imej Asal dan (b) pengklusteran dengan kaedah eSFCM-Otsu.	2
Rajah 1.2: Microdron MD4-200 komersial dengan kamera digital yang diubah suai.	3
Rajah 1.3: Keputusan peningkatan imej; (a) imej asal (b) imej akhir.	3
Rajah 1.4: Proses yang terlibat dalam pemprosesan imej.	4
Rajah 1.5: Digitalisasi imej selanjar pada saiz $M \times N$. Koordinat piksel $(m = 10, n = 3)$ mempunyai nilai kecerahan integer $a(10,3) = 110$.	6
Rajah 1.6: Contoh imej 8-bit skala kelabu.	7
Rajah 1.7: Model warna dalam imej digital.	8
Rajah 1.8: Konsep campuran warna tambahan pada paparan komputer.	9
Rajah 1.9: Kaedah lalaran yang dipertimbangkan dalam kajian ini.	13
Rajah 1.10: Ilustrasi kerangka kerja dalam kajian ini.	20
Rajah 2.1: Kepelbagaian kepentingan proses pengaburan imej.	23
Rajah 3.1: Kerangka kajian bagi penyelesaian permasalahan yang dipertimbangkan.	48
Rajah 3.2: Klasifikasi bagi perwakilan beza terhingga fungsi f .	50
Rajah 3.3: Rangkaian grid terhingga untuk paras masa.	51
Rajah 3.4: Pertimbangan suatu fungsi I yang dikembangkan pada titik (x, y) bagi paras masa, t .	52
Rajah 3.5: Sistem grid segi empat tepat.	53
Rajah 3.6: Struktur molekul pengiraan bagi pengoperasi Laplacian lima titik pada paras masa, k .	62
Rajah 3.7: Struktur molekul pengiraan bagi pengoperasi Laplacian sembilan titik pada paras masa, k .	63
Rajah 3.8: Stensil sembilan titik.	63

Rajah 3.9:	Famili kaedah lelaran titik SOR ke atas kedua-dua pengoperasi Laplacian.	71
Rajah 3.10:	Kaedah lelaran Jacobi, GS dan SOR mengambilkira semua nod pada titik-titik nod pada pengoperasi Laplacian lima titik.	74
Rajah 3.11:	Kaedah lelaran Jacobi, GS dan SOR mengambilkira semua nod pada titik-titik nod pada pengoperasi Laplacian sembilan titik.	76
Rajah 3.12:	Famili kaedah lelaran blok SOR.	78
Rajah 3.13:	(a) dan (b) menunjukkan kumpulan titik bagi 2-EG dan 4-EG.	78
Rajah 3.14:	Molekul pengiraan bagi pelaksanaan kaedah 2-EG-5L dan 2-EGSOR-5L ke atas titik-titik nod paras masa, k .	81
Rajah 3.15:	Molekul pengiraan bagi kaedah lelaran 4-EG-5L dan 4-EGSOR-5L ke atas titik-titik nod pada paras masa, k .	83
Rajah 3.16:	Molekul pengiraan bagi 2-EG-9L dan 2-EGSOR-9L ke atas titik-titik nod paras masa, k .	88
Rajah 3.17:	Molekul pengiraan bagi kaedah lelaran 4-EG-9L dan 4-EGSOR-9L ke atas titik-titik nod pada paras masa, k .	91
Rajah 4.1:	Empat contoh imej eksperimen.	99
Rajah 4.2:	Perbandingan bilangan lelaran, Nu bagi famili kaedah lelaran titik SOR 5L.	102
Rajah 4.3:	Perbandingan masa lelaran, Γ bagi famili kaedah lelaran titik SOR 5L.	103
Rajah 4.4:	Hasil berangka pengaburan imej (a), (b), (c) dan (d) bagi $M = 256$ oleh kaedah (i) Jacobi-5L, (ii) GS-5L dan (iii) SOR-5L.	105
Rajah 4.5:	Hasil berangka pengaburan imej (a), (b), (c) dan (d) bagi $M = 512$ oleh kaedah (i) Jacobi-5L, (ii) GS-5L dan (iii) SOR-5L.	107
Rajah 4.6:	Hasil berangka pengaburan imej (a), (b), (c) dan (d) bagi $M = 1024$ oleh kaedah (i) Jacobi-5L, (ii) GS-5L dan (iii) SOR-5L.	109
Rajah 4.7:	Perbandingan bilangan lelaran, Nu bagi famili kaedah lelaran blok SOR 5L.	116

Rajah 4.8:	Perbandingan masa lelaran, Γ bagi famili kaedah lelaran blok SOR 5L.	117
Rajah 4.9:	Hasil berangka pengaburan imej (a), (b), (c) dan (d) bagi saiz $M = 256$ oleh kaedah (i) 2-GS-5L, (ii) 4-EG-5L, (iii) 4-EG-5L dan (iv) 4-EGSOR-5L.	119
Rajah 4.10:	Hasil berangka pengaburan imej (a), (b), (c) dan (d) bagi saiz $M = 512$ oleh kaedah (i) 2-GS-5L, (ii) 4-EG-5L, (iii) 4-EG-5L dan (iv) 4-EGSOR-5L.	121
Rajah 4.11:	Hasil berangka pengaburan imej (a), (b), (c) dan (d) bagi saiz $M = 1024$ oleh kaedah (i) 2-GS-5L, (ii) 4-EG-5L, (iii) 4-EG-5L dan (iv) 4-EGSOR-5L.	123
Rajah 5.1:	Perbandingan bilangan lelaran, Nu bagi famili kaedah lelaran titik SOR 9L.	135
Rajah 5.2:	Perbandingan masa lelaran, Γ bagi famili kaedah lelaran titik SOR 9L.	136
Rajah 5.3:	Hasil berangka pengaburan imej (a), (b), (c) dan (d) bagi $M = 256$ oleh kaedah (i) Jacobi-9L, (ii) GS-9L dan (iii) SOR-9L.	141
Rajah 5.4:	Hasil berangka pengaburan imej (a), (b), (c) dan (d) bagi $M = 512$ oleh kaedah (i) Jacobi-9L, (ii) GS-9L dan (iii) SOR-9L.	143
Rajah 5.5:	Hasil berangka pengaburan imej (a), (b), (c) dan (d) bagi $M = 1024$ oleh kaedah (i) Jacobi-9L, (ii) GS-9L dan (iii) SOR-9L.	145
Rajah 5.6:	Perbandingan bilangan lelaran, Nu bagi famili kaedah lelaran blok SOR 9L.	149
Rajah 5.7:	Perbandingan masa lelaran, Γ bagi famili kaedah lelaran blok SOR 9L.	150
Rajah 5.8:	Hasil berangka pengaburan imej (a), (b), (c) dan (d) bagi $M = 256$ oleh kaedah (i) 2-EG-9L, (ii) 4-EG-9L, (iii) 2-EGSOR-9L dan (iv) 4-EGSOR-9L.	154
Rajah 5.9:	Hasil berangka pengaburan imej (a), (b), (c) dan (d) bagi $M = 512$ oleh kaedah (i) 2-EG-9L, (ii) 4-EG-9L, (iii) 2-EGSOR-9L dan (iv) 4-EGSOR-9L.	156
Rajah 5.10:	Hasil berangka pengaburan imej (a), (b), (c) dan (d) bagi $M = 1024$ oleh kaedah (i) 2-EG-9L, (ii) 4-EG-9L, (iii) 2-EGSOR-9L dan (iv) 4-EGSOR-9L.	158

Rajah 6.1: Proses penyingkiran hingar (a) imej asal; (b) imej berhingar; dan (c) imej pulih. 167

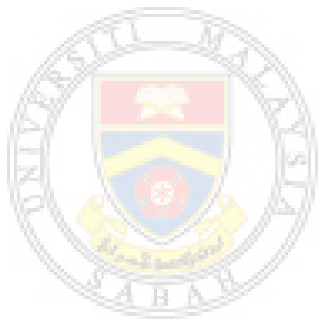


SENARAI SINGKATAN

DXIS	-	<i>Dental X-ray Imej Segmentation</i>
KUAA	-	Kenderaan Udara Awasan Automatik
PTS	-	Persamaan Terbitan Separa
RGB	-	<i>Red Green Blue</i>
CMYK	-	<i>Cyan Magenta Yellow Black</i>
HSV	-	<i>Hue, Saturation dan Value</i>
PTB	-	Persamaan Terbitan Biasa
PTS	-	Persamaan Terbitan Separa
KUT	-	Kaedah Unsur Terhingga
KIT	-	Kaedah Isipadu Terhingga
KBT	-	Kaedah Beza Terhingga
PIE	-	<i>Poisson Image Editing</i>
HPM	-	<i>Homotopy Perturbation Method</i>
GS	-	<i>Gauss Seidel</i>
SOR	-	<i>Successive Over Relaxation</i>
EG	-	<i>Explicit Group</i>
EGSOR	-	<i>Explicit Group Successive Over Relaxation</i>
MSE	-	<i>Mean Square Error</i>
PSNR	-	<i>Peak Signal to Noise Ratio</i>
ROI	-	<i>Region of Interest</i>
5L	-	Pengoperasi Laplacian lima titik
9L	-	Pengoperasi Laplacian sembilan titik
SNR	-	<i>Signal to Noise Ratio</i>
NSNR	-	<i>Normalized Signal to Noise Ratio</i>
OSRAD	-	<i>Oriented Speckle Reducing Anisotropic Diffusion</i>
FOSRAD	-	<i>Fast Oriented Speckle Reducing Anisotropic Diffusion</i>
SSIM	-	<i>Structural Similarity</i>
HSV	-	<i>Human Visual System</i>
MAE	-	<i>Mean Absolute Error</i>
NAE	-	<i>Normalized Absolute Error</i>
AOS	-	<i>Additive Operator Splitting</i>
MSOR	-	<i>Modified Successive Over Relaxation</i>
RAD	-	<i>Robust Anisotropic Diffusion</i>

SENARAI SIMBOL

div	-	Pengoperasi perbezaan
∇	-	Pengoperasi kecerunan
$\ \nabla I\ $	-	Pengoperasi magnitud kecerunan
$g(.)$	-	Pekali resapan
ω	-	Parameter pengenduran
Nu	-	Bilangan lelaran
Γ	-	Masa lelaran
Rp	-	Peratusan pengurangan
∞	-	Ketakterhinggaan



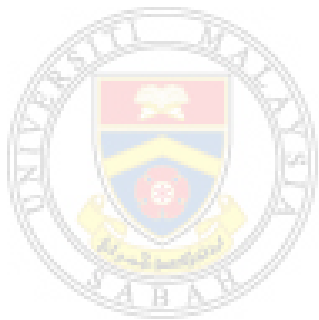
UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI ISTILAH

<i>Mean curvature motion</i>	Min Gerakan Kelengkungan
<i>Fast Fourier Transform</i>	Jelamaan Fourier Pantas.
<i>Dental X-ray Imej Segmentation</i>	Segmentasi Imej X-ray Gigi
<i>Partial Differential Equation</i>	Persamaan Terbitan Separa
<i>Ordinary Differential Equation</i>	Persamaan Terbitan Biasa
<i>Poisson Image Editing</i>	Penyuntingan Imej Poisson
<i>Successive Over Relaxation</i>	Pengenduran Berlebihan Berturut-turut
<i>Homotopy Perturbation Method</i>	Kaedah Usikan Homotopi
<i>Explicit Group</i>	Kumpulan Tak Tersirat
<i>Explicit Group Successive Over Relaxation</i>	Kumpulan Tak Tersirat Pengenduran Berlebihan Berturut-turut
<i>Mean Square Error</i>	Ralat Purata Persegi
<i>Peak Signal to Noise Ratio</i>	Puncak Nisbah Signal ke Hingar
<i>Region of Interest</i>	Kawasan Kepentingan
<i>Signal to Noise Ratio</i>	Nisbah Isyarat ke Hingar
<i>Normalized Signal to Noise Ratio</i>	Nisbah Isyarat ke Hingar Ternormal
<i>Oriented Speckle Reducing Anisotropic Diffusion</i>	Resapan Anisotropik Pengurangan Bintik Terorientasi
<i>Fast Oriented Speckle Reducing Anisotropic Diffusion</i>	Resapan Anisotropik Pengurangan Bintik Terorientasi Terpantas
<i>Structural Similarity</i>	Struktur Keserupaan
<i>Human Visual System</i>	Sistem Visual Manusia
<i>Mean Absolute Error</i>	Min Ralat Mutlak
<i>Normalized Absolute Error</i>	Ralat Mutlak Normalan
<i>Additive Operator Splitting</i>	Pengoperasi Tambahan Belahan
<i>Modified Successive Over Relaxation</i>	Pengenduran Berlebihan Berturut-turut Terubahsuai
<i>Robust Anisotropic Diffusion</i>	Resapan Anisotropik Teguh

SENARAI LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran : Senarai Penerbitan	181



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 1

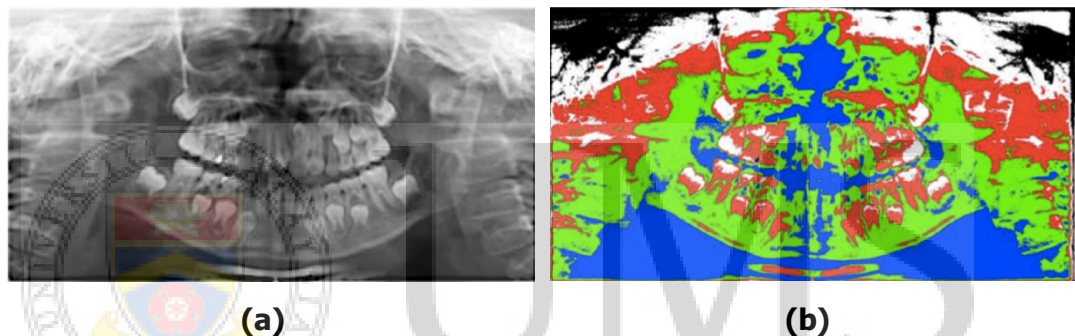
PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Penerapan model matematik dalam pemprosesan dan analisis imej telah bermula sejak awal 1960 dan bidang ini telah dipelopori secara meluas dalam kajian sains komputer dan kejuruteraan (Aubert & Kornprobst, 2006). Hal ini kerana pemprosesan imej berkepentingan dalam memberi maklumat bergambar yang berguna untuk tafsiran manusia serta pemampatan data imej untuk penyimpanan dan penghantaran. Tambahan pula, pemprosesan imej ini juga signifikan diaplikasikan dalam prapemprosesan untuk membolehkan pengesanan, klasifikasi, dan penjejakan objek serta memproses adegan data untuk persepsi mesin autonomi iaitu merujuk kepada keupayaan sistem komputer untuk mentafsir data dengan cara yang sama seperti cara manusia menggunakan deria mereka untuk berhubungan dengan dunia di sekelilingnya. (Gonzalez & Woods, 2018). Pada masa kini, pemprosesan imej ini adalah antara teknologi yang berkembang pesat dengan keupayaannya mengekstrak data-data yang diperlukan pada gambar untuk diinterpretasikan oleh manusia terutamanya dalam bidang pemprosesan imej perubatan, pemprosesan imej satelit, penguatkuasaan undang-undang, robotik dan sebagainya.

Pada dasarnya, terdapat dua jenis kaedah yang digunakan untuk pemprosesan imej iaitu pemprosesan imej digital dan analog yang juga dikenali sebagai teknik visual. Teknik pemprosesan imej digital merujuk kepada proses pengimejan digital menggunakan komputer. Berdasarkan konteks yang lebih luas, ia merupakan suatu pemprosesan digital pada sebarang imej yang terdiri daripada dua dimensi dan bernombor digital pada kadar integer terhingga (Shih, 2017).

Dalam bidang perubatan, teknik-teknik pemprosesan imej digital digunakan untuk meningkatkan kontras atau mengubah aras keamatan kepada warna untuk tafsiran yang lebih mudah pada X-ray dan imej bio-perubatan yang lain (Suetens, 2017). Kajian yang dijalankan oleh Tuan (2016) dalam mengkaji masalah segmentasi imej X-ray gigi (DXIS) dan telah mendapati algoritma baru (eSFCM-Otsu) yang dibangunkan telah mempunyai prestasi yang lebih baik daripada kaedah yang sedia ada. DXIS adalah merupakan satu proses yang amat diperlukan dalam bidang pergigian praktikal untuk diagnosis penyakit periodontitis. Prestasi rangka kerja baru yang dibangunkan telah disahkan pada data set imej X-ray pergigian sebenar dari Hanoi Medical University, Vietnam dengan menghasilkan ketepatan segmentasi yang lebih baik, lihat Rajah 1.1.



Rajah 1.1 : Imej X-ray gigi; (a) Imej Asal dan (b) pengklusteran dengan kaedah eSFCM-Otsu

Sumber : Tuan (2016)

Selain daripada pengimejan perubatan, teknik-teknik pemprosesan imej juga telah digunakan secara meluas pada imej satelit dan fotografi udara. Kenderaan Udara Awasan Automatik (KUAA) merupakan salah satu alat untuk fotografi udara iaitu dengan menggunakan dron (lihat Rajah 1.2). Pada dasarnya, semua operasi pemprosesan imej satelit boleh dikelompokkan kepada tiga kategori: Pemetaan dan Pemulihan Imej, Penambahbaikan dan Pengekstrakan Maklumat (Kumar, 2011). Aplikasi yang digunakan dalam pemerolehan maklumat ialah teknologi penderiaan jarak jauh dan ianya amat berkepentingan dalam pelbagai bidang, yang termasuk geografi, perubahan iklim, ukur tanah dan disiplin-disiplin sains bumi yang lain (Chi *et al.*, 2016). Rajah 1.3 menunjukkan dapatan kajian yang dijalankan oleh Suresh dan Lal (2017) bagi peningkatan kontras dan kecerahan imej satelit.