

PENEMBERENGAN IMEJ MENGGUNAKAN TEKNIK AMBANG PELBAGAI
ARAS ENTROPI TSALLIS BERASASKAN ALGORITMA LEBAH LEVY
TOMPOK

NUR ALIYATUL HUSNA BINTI YAHYA

DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT UNTUK MEMPEROLEH IJAZAH SARJANA SAINS
KOMPUTER

FAKULTI TEKNOLOGI DAN SAINS MAKLUMAT
UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
BANGI

2018

PENAKUAN

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

30 Mac 2018

NUR ALIYATUL HUSNA BT YAHYA
P75007

PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah kepada Allah S.W.T kerana memberikan keizinan untuk menyiapkan kajian ini. Jutaan terima kasih dan penghargaan kepada penyelia utama Prof Madya Dr Siti Norul Huda Bt Sheikh Abdullah atas bantuan yang begitu besar, bimbingan, sokongan, galakan, teguran dan nasihat yang begitu bermanfaat sepanjang di bawah penyeliaannya. Tidak lupa juga kepada penyelia kedua iaitu En Mohd Zamri Murah yang banyak membantu menggunakan kepakaran beliau dalam menyiapkan kajian ini.

Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada rakan-rakan seperjuangan yang banyak membantu dalam perjalanan menyiapkan kajian ini.

Terima kasih tidak terhingga kepada ayahanda Yahya Bin Osman, ibunda Rohani Bt Shmuin dan adik-adik serta keluarga keseluruhannya dalam memberikan kasih sayang dan semangat moral sepanjang menyiapkan kajian ini.

Akhir sekali ribuan terima kasih kepada semua yang terlibat dalam menyumbang kepada penghasilan tesis ini secara langsung atau tidak langsung. Semoga Allah S.W.T memberi ganjaran kepada semua.

ABSTRAK

Penemberengan imej adalah proses membahagikan imej kepada dua bahagian iaitu sasaran dan latar belakang. Kaedah tradisional ambang pelbagai aras entropi akan mencari nilai ambang secara satu persatu kerana ia tidak melalui proses pengoptimuman lalu mengambil masa pemprosesan yang lama dan menyebabkan imej yang terhasil adalah kurang berkualiti. Kaedah entropi terkini pula, masih kurang efisien dalam menghasilkan nilai ambang yang optimum berdasarkan nilai keseragaman. Menurut kajian lepas lagi, teknik ambang pelbagai aras entropi Tsallis berasaskan pelbagai teknik pengoptimuman yang dikaji kurang memberangsangkan dan boleh diperbaiki dengan menggunakan teknik pengoptimuman yang terkini. Sehubungan itu, kajian ini mencadangkan teknik-teknik ambang pelbagai aras entropi berasaskan pengoptimuman terkini iaitu Algoritma Lebah Levy Tompok untuk penemberengan imej. Ia berasaskan beberapa langkah iaitu pengawalan populasi penyelesaian kombinasi-kombinasi ambang, fungsi kesesuaian populasi berasaskan nilai entropi, pencarian setempat dan pencarian sejagat. 10 imej dataset piawai telah digunakan untuk menguji kaedah penemberengan cadangan. Keputusan menunjukkan kaedah ambang pelbagai aras entropi Tsallis berasaskan Algoritma Lebah Levy Tompok mampu memberikan kualiti imej penemberengan yang baik setara dengan kaedah entropi Kapur dan lebih baik berbanding entropi Renyi berdasarkan keputusan purata nilai keseragaman masing-masing sebanyak 0.977123, 0.977073 dan 0.954979. Selain itu, kaedah ambang pelbagai aras Tsallis berasaskan pengoptimuman terkini ini memberikan kualiti imej yang lebih baik berbanding Pengoptimuman Kerumunan Partikel, Algoritma Genetik dan Pencarian Bakteria berdasarkan purata nilai keseragaman masing-masing sebanyak 0.979386, 0.975205, 0.972782 dan 0.977055. Penemberengan imej merupakan satu sub-proses dalam penyetempatan imej untuk sistem Pengecaman Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan. Selain itu, sistem ini masih kurang teguh akibat pencahayaan persekitaran yang berbeza ketika waktu pagi, tengah hari dan malam. Kaedah penemberengan imej sedia ada adalah tidak berkualiti serta kurang efisien dalam proses penyetempatan aksara plat pendaftaran kenderaan. Seterusnya, kajian ini adalah untuk menjalankan pengujian teknik-teknik cadangan ambang pelbagai aras entropi berasaskan Algoritma Lebah Levy Tompok dalam penyetempatan aksara plat pendaftaran kenderaan. Ia merangkumi beberapa langkah iaitu cadangan penemberengan imej, pengumpulan blob dan paparan lokasi. 589 dataset nombor plat kenderaan UKM-SYNERGY diuji untuk penyetempatan aksara plat pendaftaran kenderaan. Kaedah ambang pelbagai aras Tsallis entropi berasaskan Algoritma Lebah Levy Tompok menunjukkan peningkatan kejituan berbanding kejituan kaedah entropi Kapur dan entropi Renyi. Nilai purata kejituan entropi Tsallis, entropi Kapur dan entropi Renyi adalah sebanyak 64.76%, 60.91% dan 54.97%.

ABSTRACT

Image segmentation is the process of dividing the image into a target and background. Traditional entropy multilevel threshold undergo exhaustive search by searching one by one threshold values. The method has no optimization process and higher computational time cause less quality of image segmentation. The recent entropy also is less efficient to produce optimal threshold value based on the uniformity value. Moreover, multilevel threshold using Tsallis entropy based on various optimization techniques studied are less encouraging and can be improved by using the latest optimization technique. Therefore, this study is to propose the multilevel threshold using entropies based on Patch Levy Bees Algorithm for segmentation of image. There are several steps in segmentation process which is initialization of population of solutions with combination of thresholds, evaluate fitness of each combination, local search and global search. 10 benchmark images have been used to test proposed method. Results shows that Tsallis entropy multilevel threshold algorithm based on Patch Levy Bees Algorithm able to provide equivalent good image quality of segmentation image as Kapur entropy and better images compared to Renyi entropy according to average uniformity value of the three methods produced which are 0.977123, 0.9770734 and 0.954979 respectively. Additionally, multilevel threshold using Tsallis entropy based on latest optimization provide better image quality compared to Particle Swarm Optimization, Genetic Algorithm and Bacterial Foraging based on average uniformity values of 0.979386, 0.975205, 0.972782 and 0.977055 respectively. Image segmentation is a sub process of localization process in Vehicle License Plate Recognition system. Besides that, Vehicle License Plate Recognition system is still not robust due to ambient of lighting in the morning, noon and night. Existing image segmentation method in license plate localization also did not produce good quality of images and less efficiency. Apart from that, this study is also to test the proposed techniques in Vehicle License Plate Localization. The system has several steps which is image segmentation, blob agglomeration and display of location. Meanwhile 589 vehicle license plate image dataset collected from SYNERGY UKM are tested for plate number localization. Tsallis entropy multilevel threshold algorithm based on Patch Levy Bees Algorithm show increasing in localization accuracy compared Kapur entropy and Renyi entropy. Average accuracy of Tsallis entropy, Kapur entropy and Renyi entropy are 64.76%, 60.91% and 54.97%.

KANDUNGAN

		Halaman
PENGAKUAN		ii
PENGHARGAAN		iii
ABSTRAK		iv
ABSTRACT		v
KANDUNGAN		vi
SENARAI JADUAL		x
SENARAI RAJAH		xi
SENARAI SINGKATAN		xiv
BAB I	PENDAHULUAN	
1.1	Pengenalan	1
1.2	Latar Belakang	1
1.3	Penyataan Masalah	4
1.4	Objektif Kajian	5
1.5	Skop Kajian	5
1.6	Metodologi Kajian	6
1.7	Organisasi Tesis	7
BAB II	KAJIAN KESUSASTERAAN	
2.1	Pengenalan	9
2.2	Penemberengan Imej	9
2.3	Kaedah Ambang	10
2.4	Kaedah Entropi	12
	2.4.1 Entropi Kapur	13
	2.4.2 Entropi Tsallis	14
	2.4.3 Entropi Renyi	16
2.5	Algoritma Metaheuristik	17
	2.5.1 Algoritma Lebah Levy Tompok (ALLT)	20
2.6	Kajian Lepas Bagi Sistem Pengecaman Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan	24

2.7	Kajian Lepas Penyetempatan Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan	28
2.8	Ringkasan	31
BAB III METODOLOGI KAJIAN		
3.1	Pengenalan	33
3.2	Fasa Pemahaman Teori	35
3.3	Fasa Merangka Cadangan	35
3.4	Fasa Pembangunan dan Pelaksanaan	38
	3.4.1 Set Data Piawai	38
	3.4.2 Set Data UKM-SYNERGY	40
	3.4.3 Teknik Cadangan Ambang Pelbagai Aras Entropi Tsallis Berasaskan Algoritma Lebah Levy Tompok	41
	3.4.4 Teknik Cadangan Dalam Sistem Pengecaman Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan	48
	3.4.5 Teknik Cadangan Dalam Penyetempatan Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan	49
	3.4.6 Penetapan Parameter	54
3.5	Fasa Penghasilan Keputusan Dan Penilaian	55
	3.5.1 Nilai Keseragaman (<i>Uniformity Value</i>)	56
	3.5.2 Pengujian Kualiti Imej Yang Konsisten	57
	3.5.3 Pengujian Friedman	57
	3.5.4 Penilaian Kadar Ralat Penyetempatan Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan	58
3.6	Ringkasan	59
BAB IV KEPUTUSAN KAJIAN		
4.1	Pengenalan	60
4.2	Keputusan Set Data Imej Piawai Yang Dihasilkan Dan Keputusan Nilai Ambang	60
4.3	Keputusan Nilai Keseragaman Teknik-Teknik Entropi Berdasarkan Algoritma Lebah Levy Tompok	68

4.4	Perbandingan Ambang Dan Nilai Keseragaman Teknik-Teknik Pengoptimuman Berdasarkan Entropi Tsallis Sedia Ada	71
4.5	Keputusan Ketepatan Penyetempatan Aksara Plat Pendaftaran Plat Kenderaan	75
4.6	Imej Penduaan Yang Dihasilkan Menggunakan Nilai Ambang Pelbagai Aras Yang Maksimum	82
4.7	Ringkasan	85
BAB V KESIMPULAN		
5.1	Pengenalan	88
5.2	Sumbangan Kajian	88
5.3	Cadangan Kajian Masa Hadapan	89
RUJUKAN		90

SENARAI JADUAL

No Jadual		Halaman
Jadual 2.1	Kajian lepas kaedah-kaedah entropi dan kaedah metaheuristik	22
Jadual 2.2	Kajian lepas kaedah-kaedah Pengecaman Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan	27
Jadual 2.3	Kajian lepas kaedah-kaedah Penyetempatan Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan	30
Jadual 3.1	Algoritma Ambang Pelbagai Aras Entropi Berasaskan Algoritma Lebah Levy Tompok	46
Jadual 3.2 (a)	Penetapan parameter Algoritma Lebah Levy Tompok	55
Jadual 3.2 (b)	Penetapan parameter entropi Tsallis	55
Jadual 3.2 (c)	Penetapan parameter entropi Renyi	55
Jadual 4.1	Keputusan penemberengan imej piawai dan nilai ambang ALLT-Kapur, ALLT-Tsallis (Teknik Cadangan) dan ALLT-Renyi	61
Jadual 4.2	Keputusan nilai keseragaman antara teknik ALLT-Kapur, ALLT-Tsallis (Teknik Cadangan) dan ALLT-Renyi	68
Jadual 4.3	Keputusan kedudukan tertinggi teknik-teknik ambang pelbagai aras entropi berasaskan Algoritma Lebah Levy Tompok berdasarkan nilai keseragaman	71
Jadual 4.4	Keputusan nilai ambang pelbagai aras teknik-teknik pengoptimuman berdasarkan entropi Tsallis	72
Jadual 4.5	Keputusan nilai keseragaman pelbagai aras teknik-teknik Pengoptimuman berdasarkan entropi Tsallis	73
Jadual 4.6	Keputusan kedudukan tertinggi entropi Tsallis berasaskan teknik-teknik pengoptimuman berdasarkan nilai keseragaman	75
Jadual 4.7	Perbandingan ketepatan Penyetempatan Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan menggunakan teknik entropi berdasarkan Algoritma Lebah Levy Tompok bagi set data	76

waktu pagi

Jadual 4.8	Perbandingan ketepatan Penyetempatan Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan menggunakan teknik entropi berdasarkan Algoritma Lebah Levy Tompok bagi set data waktu tengah hari	77
Jadual 4.9	Perbandingan ketepatan Penyetempatan Nombor Plat Pendaftaran Kenderaan menggunakan teknik entropi berdasarkan Algoritma Lebah Levy Tompok bagi set data waktu malam	78
Jadual 4.10	Perbandingan ketepatan aksara plat pendaftaran kenderaan berdasarkan teknik ambang pelbagai aras entropi dan teknik ambang tunggal J. Kittler dan J. Illingworth	79
Jadual 4.11	Perbandingan purata ketepatan penyetempatan aksara plat pendaftaran kenderaan berdasarkan teknik ambang pelbagai aras entropi dan teknik ambang tunggal Kittler dan Illingworth	80
Jadual 4.12	Perbandingan peratusan <i>not found</i> berdasarkan teknik ambang Pelbagai aras entropi dan teknik ambang tunggal J. Kittler dan J. Illingworth	80
Jadual 4.13	Perbandingan peratusan overlap berdasarkan teknik ambang pelbagai aras entropi dan teknik ambang tunggal J. Kittler dan J. Illingworth	81

SENARAI RAJAH

No Rajah		Halaman
Rajah 1.1	Sampel plat kenderaan di Malaysia	3
Rajah 1.2	Metodologi Kajian	7
Rajah 2.1	Kaedah penemberengan imej	11
Rajah 2.2	Teknik-teknik algoritma metaheuristik	19
Rajah 2.3	Penerbangan Levy sebanyak 50 langkah bermula dengan titik permulaan ●	21
Rajah 2.4	Komponen utama dalam sistem pengecaman nombor plat kenderaan	25
Rajah 2.5	Proses Pengecaman Nombor Plat Kenderaan	28
Rajah 3.1	Kerangka Kerja Kajian	34
Rajah 3.2	Rangka konseptual kajian	37
Rajah 3.3	Set data piawai	37
Rajah 3.4	Contoh set data UKM-SYNERGY pada waktu (a) pagi, (b) tengah hari dan (c) malam	39
Rajah 3.5	Kajian ini diolah daripada teknik ambang pelbagai aras entropi Kapur berdasarkan Algoritma Lebah Levy Tompok	42
Rajah 3.6	Contoh bilangan dua ambang iaitu mempunyai tiga aras	43
Rajah 3.7	Fasa-fasa cadangan sistem pengecaman aksara plat pendaftaran kenderaan	48
Rajah 3.8	Langkah-langkah dalam penyetempatan aksara plat pendaftaran kenderaan menggunakan teknik cadangan ambang pelbagai aras entropi berasaskan Algoritma Lebah Levy Tompok	49
Rajah 3.9	Carta alir proses keseluruhan penyetempatan aksara plat	50

	pendaftaran kenderaan	
Rajah 3.10	Contoh imej bilangan aras (a) dua, (b) tiga, (c) empat dan (d) lima plat kenderaan	51
Rajah 3.11	Contoh imej penduaan nilai ambang maksimum yang dihasilkan ketika penemberengan pelbagai aras bilangan aras (a) dua, (b) tiga, (c) empat dan (d) lima	52
Rajah 3.12	Ringkasan keseluruhan proses penyetempatan aksara plat pendaftaran kenderaan	54
Rajah 4.1	Perbandingan ketepatan Penyetempatan Aksara Plat pendaftaran Kenderaan menggunakan teknik entropi berdasarkan Algoritma Lebah Levy Tompok bagi set data waktu pagi	76
Rajah 4.2	Perbandingan ketepatan Penyetempatan Nombor Plat pendaftaran Kenderaan menggunakan teknik entropi berdasarkan Algoritma Lebah Levy Tompok bagi set data waktu tengah hari	77
Rajah 4.3	Perbandingan ketepatan Penyetempatan Nombor Plat kenderaan menggunakan teknik entropi berdasarkan Algoritma Lebah Levy Tompok bagi set data waktu malam	78
Rajah 4.4	Perbandingan ketepatan aksara plat pendaftaran kenderaan berdasarkan Teknik ambang pelbagai aras entropi dan teknik ambang tunggal J. Kittler dan J. Illingworth	79
Rajah 4.5	Perbandingan peratusan <i>not found</i> berdasarkan teknik ambang pelbagai aras entropi dan teknik ambang tunggal J. Kittler dan J. Illingworth.	81
Rajah 4.6	Perbandingan peratusan <i>overlap</i> berdasarkan teknik ambang pelbagai aras entropi dan teknik ambang tunggal J. Kittler dan J. Illingworth.	82
Rajah 4.7	Set imej asal nombor plat kenderaan pada waktu a) pagi, b) tengah hari dan c) malam menggunakan set data SYNERGY-UKM	83
Rajah 4.8	Keputusan Keputusan imej menggunakan teknik ALLT-Kapur	83

pada waktu a) pagi, b) tengah hari dan c) malam menggunakan set data SYNERGY-UKM

Rajah 4.9	Keputusan imej menggunakan teknik cadangan ALLT-Tsallis (Teknik Cadangan) pada waktu a) pagi, b) tengah hari dan c) malam	84
Rajah 5.0	Keputusan Keputusan imej menggunakan teknik ALLT-Renyi pada waktu a) pagi, b) tengah hari dan c) malam menggunakan set data SYNERGY-UKM	85

SENARAI SINGKATAN

AG	Algoritma Genetik
AKK	Algoritma Kelip-Kelip
AKL	Algoritma Koloni Lebah
AKLB	Algoritma Koloni Lebah Buatan
AKLBD	Algoritma Koloni Lebah Buatan Diubahsuai
ALLT	Algoritma Lebah Levy Tompok
ANOVA	Analysis Of Variance
BoW	Bag of Words
CPU	Central Processing Unit
CT	Computed Tomography
MRI	Magnetic Resonance Imaging
NKPKP	Nisbah Keemasan Pengoptimuman Kerumunan Partikel
PB	Pencarian Bakteria
PKP	Pengoptimuman Kerumunan Partikel
SPNB	Signal Puncak kepada Nisbah Bunyi
SURF	Speeded Up Robust Feature

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Bab ini akan membincangkan latar belakang kajian, pernyataan masalah kajian, objektif kajian, skop kajian, metodologi kajian, kepentingan kajian dan organisasi tesis.

1.2 LATAR BELAKANG

Penggunaan frasa “Kepintaran Buatan” buat julung kalinya adalah inspirasi daripada John McCarthy dari *University of Massachusetts* (Evarista dan Homti 2015). Menurut bapa kepintaran buatan ini, definisi kepintaran buatan adalah sains dan kejuruteraan membawa kepada pembuatan mesin kepintaran terutama kepintaran program komputer. Kecerdasan buatan adalah cara menjadikan komputer atau komputer robot yang dikawal atau perisian komputer berfikir secara pintar yang serupa dengan cara manusia berfikir secara pintar. Ia dapat disempurnakan dengan melakukan penyelidikan cara manusia berfikir, belajar, membuat keputusan dan bekerja serta menyelesaikan masalah untuk menjadikan ia sebagai kajian asas pembangunan kepintaran perisian dan sistem (Theodoridis dan Koutroumbas 2001). Manusia mempunyai kelebihan untuk belajar melalui pengalaman, kesalahan serta berusaha mencari ikhtiar. Ketika kanak-kanak berusia lima tahun, kebanyakan mereka berkebolehan mengenal pasti karakter huruf sama ada bersaiz besar atau kecil, huruf besar atau kecil, senget atau tegak dan sebagainya. Kebolehan mengenal pasti huruf ini masih boleh dilakukan walaupun di atas kertas yang berkedut, penulisan yang kabur atau kepelbagaian latar belakang huruf. Melihat terhadap sejarah manusia

menjalankan pencarian pengetahuan adalah jelas bahawa mereka tertarik dengan pengecaman pola terhadap persekitaran, seterusnya memahami pola tersebut dan cuba untuk mengaitkan pola ke dalam bentuk set peraturan. Dengan pelbagai konsep dan teori dunia asli sebagai prinsip asas telah dijadikan sandaran dalam membangunkan kepintaran mesin. Dengan kehadiran pengecaman pola, ia menjadi keperluan dalam mana-mana mesin kepintaran yang ingin memperlihatkan keupayaan membuat keputusan dengan menggunakan pelbagai teknik matematik.

Pengecaman pola mempunyai matlamat untuk pengelasan objek kepada beberapa kategori atau kelas. Bergantung kepada aplikasi, objek boleh dikategorikan dalam bentuk imej atau isyarat gelombang atau apa-apa jenis pengukuran yang memerlukan pengelasan. Sebelum tahun 1960, kebanyakan pengecaman pola adalah berkaitan teori kajian di dalam bidang statistik. Permintaan aplikasi pengecaman pola telah meningkat dengan kemunculan komputer dan memerlukan pertambahan teori. Ia menjadikan pengecaman semakin penting di dalam aplikasi kejuruteraan dan penyelidikan (Duin dan Pekalska 2016). Pengecaman pola juga memainkan peranan yang penting dalam pelbagai aplikasi teknologi saintifik seperti analisis imej dokumen, pengelasan dokumen, dapatan pangkalan data multimedia, pengecaman suara, pemprosesan bahasa semula jadi, pengecaman biometrik, aplikasi perubatan, aplikasi ketenteraan, automasi industri, pengesanan kawalan, bioinformatik dan perlombongan data. Sistem-sistem ini juga penting untuk pencarian di internet, penapisan email spam, genre video, pembantu direktori telefon, pengecaman pertuturan manusia, pengecaman dan pengesanan iris mata dan cap jari, diagnosis perubatan, pengecaman sasaran automatik untuk mengenal pasti jenayah serta meningkatkan keselamatan, pengecaman aksara optik melibatkan pelbagai aplikasi seperti imej tulisan tangan, teks bercetak untuk pembacaan orang buta, pengecaman aksara plat pendaftaran kenderaan dan sebagainya.

Mesin penglihatan atau penglihatan komputer pula merupakan salah satu kepentingan di dalam pengecaman pola bagi memperoleh dan mengumpul maklumat. Penglihatan komputer adalah penggantian deria penglihatan manusia dan keupayaan membuat keputusan melalui kamera atau video. Ia merupakan perolehan dan analisis imej secara automatik untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk mengawal atau

menilai bahagian atau aktiviti tertentu. Mesin penglihatan menangkap imej menggunakan kamera seterusnya menganalisis untuk mendapatkan maklumat imej (Duin dan Pekalska 2016). Kajian ini menggunakan penglihatan komputer supaya sistem dapat mengenal pasti objek yang ingin dikaji.

Kajian ini membangunkan sistem Pengecaman Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan. Plat kenderaan adalah logam atau plat plastik diletakkan pada kenderaan bermotor untuk tujuan aksara pendaftaran rasmi bagi setiap kenderaan. Plat kenderaan diletakkan di bahagian depan dan belakang kenderaan. Pengecaman Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan adalah teknologi pemprosesan imej yang digunakan untuk mengenal pasti aksara plat kenderaan. Sistem Pengecaman Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan terdiri daripada beberapa proses utama iaitu penyetempatan aksara plat kenderaan, ekstrak fitur dan pengelasan pola. Kajian ini lebih memberi tumpuan pada Penyetempatan Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan. Menurut Deb et al. (2011), penyetempatan aksara plat pendaftaran kenderaan adalah termasuk perduaan imej dan penyingkiran hingar bingar serta mengenal pasti lokasi aksara plat pendaftaran kenderaan. Penyetempatan aksara plat pendaftaran kenderaan pada imej amat berguna untuk proses seterusnya iaitu pengecaman aksara pada plat tersebut (Abdullah et al. 2012). Proses tersebut membantu agar pengecaman aksara dapat dilakukan dengan lebih pantas (Abdullah et al. 2016). Rajah 1.1 menunjukkan sampel plat kenderaan di Malaysia.



Rajah 1.1 Sampel plat kenderaan di Malaysia

(Sumber: Yahya et al. 2017)

1.3 PENYATAAN MASALAH

Proses penemberengan imej merupakan satu proses yang penting dalam proses pengecaman imej. Proses ambang pelbagai aras memerlukan pencarian yang menyeluruh dan tuntas untuk mendapatkan ambang yang optimum supaya kualiti objek di dalam imej dapat dihasilkan dengan jelas. Menurut Hussein et al. 2016, oleh kerana entropi tidak melalui proses pengoptimuman, proses pencarian semakin bertambah kerana ambang aras satu atau dua dilanjutkan kepada ambang pelbagai aras menyebabkan kaedah tradisional yang menjalankan kaedah pencarian ambang secara satu persatu tidak berkesan. Menurut Hussein et al. 2016 lagi, mereka mendapati bahawa entropi Kapur tidak semestinya membawa kepada nilai ambang yang optimum berdasarkan nilai keseragaman yang dihasilkan.

Selain itu, berdasarkan kajian lepas penyelidik cenderung untuk menggunakan teknik pengoptimuman pintar untuk mendapatkan nilai ambang yang terbaik (Hussein et al. 2016, Zhang dan Wu 2011). Menurut kajian Sathya dan Kayalvizhi (2010), teknik ambang pelbagai aras entropi Tsallis berasaskan pelbagai teknik pengoptimuman telah dikaji bagi mendapatkan kualiti penemberengan imej yang baik. Walau bagaimanapun, hasil keputusan kualiti imej yang diperoleh kurang memberangsangkan dan boleh diperbaiki dengan menggunakan teknik pengoptimuman yang terkini.

Seterusnya bagi proses Pengecaman Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan pula, proses permulaan bagi sistem ini memerlukan penyetempatan aksara di dalam imej supaya dapat melakukan pengelasan aksara dengan tepat. Sistem mengalami kesukaran untuk melakukan penyetempatan aksara kerana kepelbagaian plat, jarak kamera dan plat, jumlah aliran kenderaan, warna plat dan sebagainya (Abdullah et al. 2012 dan Abdullah et al. 2016). Permasalahan utama yang dibincangkan dalam kajian ini ialah pencahayaan persekitaran yang berbeza contohnya pada waktu pagi, tengah hari dan malam. Masalah yang dihadapi menyebabkan kesukaran untuk mengenal pasti aksara plat iaitu kawasan yang penting kajian (Abdullah et al. 2012, Abdullah et al. 2016). Oleh itu, ia memberi kesukaran terhadap pemilihan nilai ambangan yang bersesuaian supaya kawasan yang penting tidak tersingkir supaya boleh dikesan oleh

sistem. Penemberengan imej secara global yang merangkumi pelbagai latar belakang serta pelbagai pencahayaan menyebabkan kesukaran untuk melakukan penemberengan secara tunggal. Akibat daripada kegagalan penemberengan imej akan menyebabkan kegagalan penyetempatan aksara plat (Abdullah et al. 2012, Abdullah et al. 2016). Kajian ini adalah untuk mencadangkan teknik dalam melakukan penyetempatan aksara plat pendaftaran kenderaan dalam pencahayaan persekitaran yang berbeza seperti yang telah dinyatakan.

1.4 OBJEKTIF KAJIAN

1. Untuk mencadangkan pemilihan teknik-teknik ambang pelbagai aras entropi berasaskan Algoritma Lebah Levy Tompok.
2. Untuk membandingkan teknik Algoritma Lebah Levy Tompok berasaskan ambang pelbagai aras entropi Tsallis dengan pelbagai pengoptimuman metaheuristik yang lain.
3. Untuk menguji teknik-teknik cadangan ambang pelbagai aras entropi berasaskan Algoritma Lebah Levy Tompok dalam Penyetempatan Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan.

1.5 SKOP KAJIAN

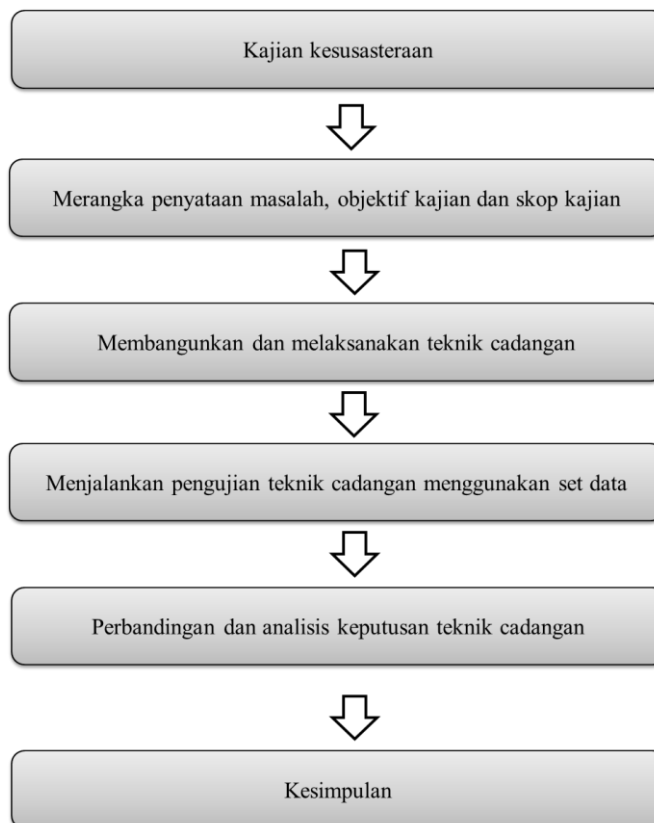
Skop bagi kajian ini memfokuskan kepada:

1. Imej piawaian seperti data set Lena, jurukamera, pemburu, kapal terbang, rumah, jalan, babun, ruang tamu, rama-rama dan peta.
2. Kaedah penemberengan imej secara global untuk menambahbaik kejituan penyetempatan aksara plat pendaftaran kenderaan di dalam imej.

3. Imej aksara plat pendaftaran kenderaan Malaysia yang normal sama ada bentuk tunggal atau garis kembar. Imej aksara plat pendaftaran kenderaan Malaysia ini juga terbahagi kepada tiga situasi iaitu pada waktu pagi, tengah hari dan malam.

1.6 METODOLOGI KAJIAN

Metodologi kajian adalah dimulakan dengan melakukan kajian kesusasteraan mengenai kajian penemberengan imej menggunakan entropi-entropi ambang pelbagai aras, teknik-teknik pengoptimuman metaheuristik serta kajian pengecaman aksara plat pendaftaran kenderaan terutama penyetempatan. Rangka kajian teknik yang dicadangkan akan dibangunkan dan dijadikan sebagai garis panduan kajian ini. Kemudian teknik cadangan dibangunkan dan dilaksanakan. Pengujian teknik dijalankan ke atas dua set data yang berbeza iaitu set data imej piawai dan set data imej aksara plat pendaftaran kenderaan. Setelah itu, keputusan diperoleh dan perbandingan kajian lepas dilakukan. Teknik cadangan juga dibandingkan dengan teknik pengoptimuman yang lain berdasarkan kajian lepas seperti pengoptimuman kerumunan zarah, algoritma genetik dan pengumpulan makanan bakteria. Kesimpulan dan kepentingan kajian akan mengakhiri kajian. Metodologi kajian secara keseluruhan adalah seperti Rajah 1.2 :



Rajah 1.2 Metodologi Kajian

1.7 ORGANISASI TESIS

Tesis ini mengandungi lima bab di mana bab pertama membincangkan mengenai latar belakang kajian secara umum. Bab ini adalah termasuk pernyataan masalah kajian, objektif kajian, skop kajian dan metodologi kajian.

Bab 2 mengandungi teori dan kajian lepas berkaitan penemberengan imej, kaedah ambang, teknik-teknik entropi terutama entropi Kapur, entropi Tsallis dan entropi Renyi serta algoritma pengoptimuman metaheuristik Selain itu, bab ini juga menghuraikan secara umum sistem pengecaman aksara plat pendaftaran kenderaan serta teknik-teknik yang digunakan dalam penyetempatan aksara plat pendaftaran kenderaan.

Bab 3 membincangkan tentang metodologi kaedah yang dicadangkan untuk penyetempatan aksara plat pendaftaran kenderaan di mana secara umumnya

mempunyai tiga langkah yaitu penemberengan imej, pengumpulan blob dan paparan lokasi. Kajian ini adalah khusus pada proses penemberengan imej iaitu dengan menggunakan teknik Ambang Pelbagai Aras Entropi Tsallis Berasaskan Algoritma Lebah Levy Tompok. Bab ini akan menerangkan dengan lebih lanjut mengenai teknik yang dicadangkan.

Bab 4 mengandungi hasil dan keputusan kajian menggunakan teknik yang dicadangkan menggunakan set-set data yang ditetapkan. Keputusan yang dibentangkan akan dibandingkan dengan keputusan kajian lepas. Prestasi keputusan akan dinilai menggunakan teknik-teknik penilaian dan dibandingkan dengan keputusan penilaian kajian lepas.

Akhir sekali, bab 5 mengandungi kesimpulan tesis berdasarkan Bab IV serta menyediakan sumbangan kajian dan cadangan kajian masa hadapan bagi memperbaiki kajian yang telah dijalankan.

BAB II

KAJIAN KESUSASTERAAN

2.1 PENGENALAN

Bab ini membincangkan kajian kesusasteraan yang telah ditinjau dan diteliti bagi memahami pelbagai teori-teori dan teknik-teknik pada kajian lepas. Kajian kesusasteraan yang dibuat adalah berkenaan dengan kaedah-kaedah penemberengan imej, kaedah ambang terutama teknik ambang entropi, algoritma metaheuristik, Sistem Pengesanan Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan dan Penyetempatan Aksara Plat Pendaftaran Kenderaan. Akhir sekali, bab ini akan memberi tumpuan kepada teknik yang dicadangkan bagi menyelesaikan permasalahan yang sedia ada.

2.2 PENEMBERENGAN IMEJ

Kepesatan teknologi pengkomputeran pemprosesan imej telah menjadikan ia sebagai suatu kepentingan dalam kebanyakan aplikasi. Pelbagai algoritma dan kaedah dibangunkan untuk menambah baik penemberengan imej. Penemberengan adalah proses membahagikan imej kepada bahagian tertentu iaitu objek sebagai target dan latar belakang sebagai permasalahan yang perlu diasingkan. Ia membahagikan imej kepada bahagian atau kawasan yang mempunyai fitur atau ciri-ciri yang sama. Aras pembahagian dijalankan bergantung pada permasalahan yang perlu diselesaikan. Penemberengan akan terhenti apabila objek yang diinginkan untuk dikaji dalam aplikasi diperolehi dan diasingkan (Zaitoun dan Aqel 2015). Proses penemberengan imej terbahagi kepada beberapa kategori contohnya kaedah berdasarkan kawasan, kaedah pengesanan pinggir, kaedah pecahan dan gabungan serta kaedah ambangan (Mozafari

2015). Kajian ini menggunakan kaedah ambang dalam menjalankan penemberengan imej.

2.3 KAEDAH AMBANG

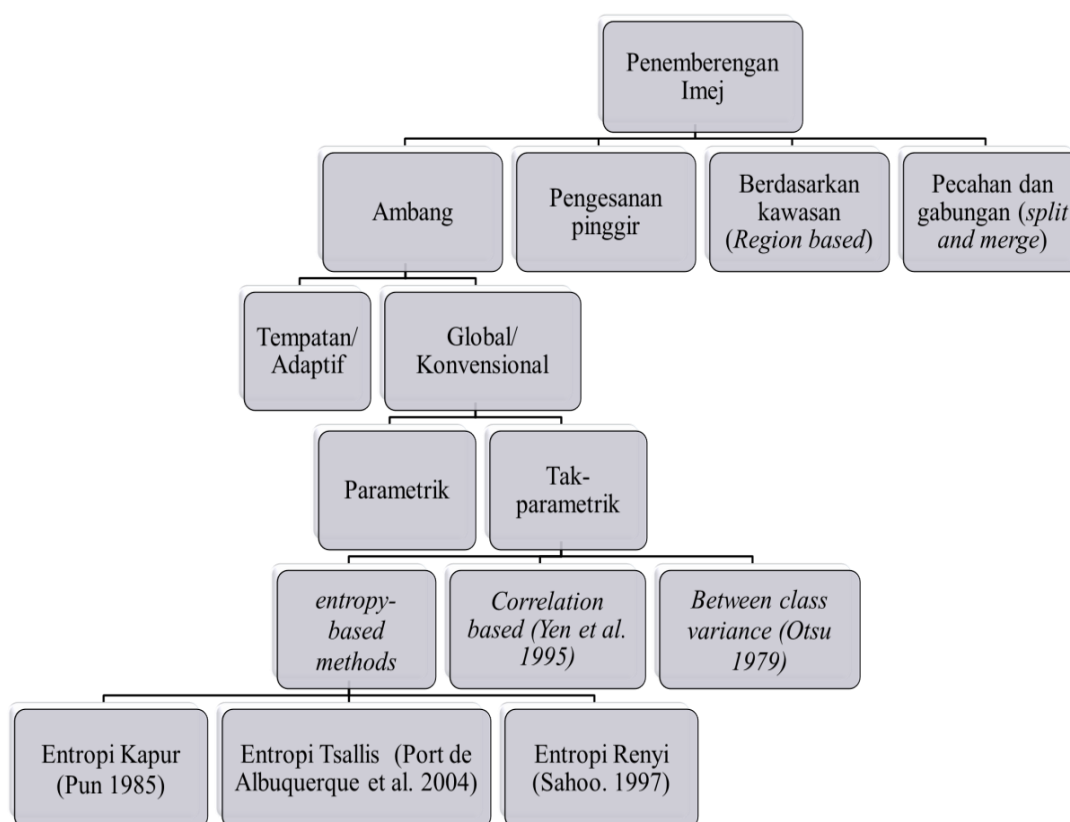
Kaedah ambang adalah salah satu kaedah dalam proses penemberengan imej yang sangat popular di kalangan pengkaji-pengkaji pemprosesan imej. Nilai ambang adalah elemen yang penting dalam proses penemberengan kerana ia adalah penentuan pemisahan antara objek dan latar belakang. Nilai ambang terbaik adalah isu penting dalam melakukan pengecaman. Hal ini kerana pemilihan ambang yang tidak berkesan akan menyebabkan kegagalan dalam proses penemberengan. Kajian lepas menyatakan bahawa apabila nilai ambang yang dipilih adalah tepat maka, nilai ketepatan bagi seluruh proses akan meningkat (Abidin et al. 2011).

Proses ambang terbahagi kepada ambang aras satu atau ambang aras dua dan ambang pelbagai aras. Ambang aras satu atau dua adalah untuk segmen imej kepada dua kelas. Ambang pelbagai aras adalah untuk membahagi sub imej kepada tiga kelas atau ke atas. Pelbagai bilangan ambang dicadangkan oleh penyelidik selama bertahun-tahun. Teknik ambang boleh diklasifikasikan kepada teknik sejagat dan setempat atau adaptif. Teknik sejagat, sebagai contoh, ambang aras satu atau ambang aras dua, nilai ambang tersebut adalah untuk keseluruhan imej. Walau bagaimanapun, teknik ambang setempat, imej dipecahkan kepada sub imej dan nilai ambang diberikan kepada setiap sub imej. Jika dibandingkan teknik ambang setempat dan sejagat, teknik sejagat adalah kurang pengiraan dan mudah dilaksanakan (Hussein et al. 2016, Zhang dan Wu 2011)

Teknik ambang sejagat diklasifikasikan kepada dua iaitu parametrik dan tak parametrik. Pendekatan parametrik adalah dengan menggunakan taburan kelas-kelas aras kelabu yang mempunyai fungsi kebarangkalian ketumpatan menggunakan taburan Gaussian. Objektif teknik ini adalah untuk melakukan anggaran parameter taburan yang paling sesuai untuk data histogram. Pendekatan tak parametrik adalah apabila pemilihan ambang yang optimum dilakukan berdasarkan perbezaan kriteria seperti kelas antara varians (*between class variance*), kaedah berdasarkan entropi dan

korelasi maksimum (*maximum correlation*) serta lain-lain kaedah (Hussein et al. 2016, Zhang dan Wu 2011).

Masalah bagi kedua-dua pendekatan adalah masalah pengoptimuman yang melibatkan masalah pencarian ambang yang optimum dengan meminimumkan atau memaksimumkan fungsi objektif atau pelbagai teknik lain. Pendekatan tak parametrik adalah lebih efisien dan mudah untuk dilaksanakan daripada pendekatan parametrik. Masalah yang biasa dihadapi bagi kedua-dua pendekatan adalah peningkatan masa yang sangat tinggi semakin bilangan ambang bertambah. Pendekatan tak parametrik memisahkan kelas aras kelabu secara optimum berdasarkan kriteria posteriori tanpa melakukan anggaran parameter dua taburan. Pendekatan tak parametrik adalah lebih berkesan dan cepat daripada pendekatan parametrik. Untuk mengatasi masalah ini, pelbagai kaedah dan skema seperti iteratif (Gutowski 2001) dan rekursif (Liao et al. 2001) telah diusulkan untuk mempercepatkan proses pencarian ambang yang optimal (Hussein et al. 2016, Zhang dan Wu 2011).



Rajah 2.1 Kaedah penemberengan imej

2.4 ENTROPI

Entropi adalah pengukuran kandungan maklumat sesuatu data. Entropi telah digunakan secara meluas oleh penyelidik dalam mendapatkan nilai ambang yang optimum (Horng 2010). Antara entropi yang popular ialah entropi Kapur, entropi Tsallis dan entropi Renyi. Menurut Manikantan et al., penemberengan entropi memberi keputusan yang bagus dalam kebanyakan kes dan bekerja dengan baik untuk imej hingar bingar (Manikantan et al. 2012). Maklumat berdasarkan entropi boleh didapati melalui taburan kebarangkalian $p = p_i$, di mana p_i adalah kebarangkalian kekerapan skala kelabu i berdasarkan jumlah bilangan skala kelabu. Persamaan tersebut adalah seperti berikut:

$$p_i = \frac{h(i)}{\sum_{i=0}^{L-1} h(i)} \quad (2.1)$$

Di mana, $h(i)$ adalah bilangan piksel skala kelabu i di dalam imej, $\sum_{i=0}^{L-1} h(i)$ adalah jumlah piksel di dalam imej.

Jika imej dibahagi kepada dua kelas, iaitu A dan B berdasarkan ambang t_i , di mana kelas A mengandungi skala kelabu daripada 0 hingga $t_1 - 1$ dan B mengandungi skala kelabu daripada t_1 sehingga t_{L-1} di mana L adalah bilangan skala kelabu di dalam imej. Taburan kebarangkalian boleh diperoleh daripada taburan skala kelabu melalui normalisasi seperti berikut:

$$(\text{Kelas A}) \equiv \left\{ \frac{p_0}{w_{(0,t)}}, \frac{p_1}{w_{(0,t)}}, \dots, \frac{p_{t-1}}{w_{(0,t)}} \right\} \quad (2.2)$$

$$(\text{Kelas B}) \equiv \left\{ \frac{p_t}{w_{(t,L)}}, \frac{p_{t+1}}{w_{(t,L)}}, \dots, \frac{p_{L-1}}{w_{(t,L)}} \right\} \quad (2.3)$$

Di mana $w_{(0,t)} = \sum_{i=0}^{t-1} p_i$ adalah pemberat kelas atau kebarangkalian kelas berdasarkan julat $[0, t-1]$ dan $w_{(t,L)} = \sum_{i=0}^{L-1} p_i$ adalah pemberat kelas atau kebarangkalian kelas berdasarkan julat $[t, L-1]$ dan $w_{(0,t)} + w_{(t,L)} = 1$.

2.4.1 Entropi Kapur

Entropi Kapur telah digunakan oleh penyelidik secara meluas dalam melakukan kajian penemberengan imej. Hussein et al. (2016) telah memperkenalkan Ambang Pelbagai Aras Entropi Kapur Berasaskan Algoritma Lebah Levy Tompok untuk menyiasat kemampuan pencarian Algoritma Lebah Levy Tompok terhadap ambang pelbagai aras. Hasil kajian mendapati bahawa Entropi Kapur memberi prestasi yang baik dan masih boleh diperbaiki (Hussein et al. 2016). Entropi Kapur juga digunakan oleh penyelidik yang lain sebagai fungsi kesesuaian seperti Akay (2013) mengusulkan dua algoritma kecerdasan kerumunan berdasarkan pengoptimuman global yang berjaya iaitu pengoptimuman kerumunan partikel (PKP) dan koloni lebah buatan (AKLB) telah diambil untuk mencari ambang pelbagai aras yang optimum. Keputusan mendapati bahawa koloni lebah buatan bersama entropi Kapur menekankan kebolehpisahan dan kepadatan kelas secara efisien berikutan kecekapan dalam menyeimbangkan pencarian global dan tempatan (Akay 2013). Berikut merupakan takrifan bagi entropi Kapur. Entropi Kapur kelas A adalah:

$$E(0, t) = - \sum_{i=0}^{t-1} \frac{p_i}{W(0,t)} \ln \frac{p_i}{W(0,t)} \quad (2.4)$$

Entropi Kapur kelas B adalah:

$$E(t, L) = - \sum_{i=t}^{L-1} \frac{p_i}{W(t,L)} \ln \frac{p_i}{W(t,L)} \quad (2.5)$$

Entropi Kapur bagi imej adalah:

$$H(t) = E(0, t) + E(t, L) \quad (2.6)$$

$$H(t) = - \sum_{i=0}^{t-1} \frac{p_i}{W(0,t)} \ln \frac{p_i}{W(0,t)} - \sum_{i=t}^{L-1} \frac{p_i}{W(t,L)} \ln \frac{p_i}{W(t,L)} \quad (2.7)$$

Teknik Kapur memilih ambang yang optimum dengan memilih entropi yang maksimum seperti persamaan berikut:

$$t^* = \operatorname{argmax} \{H(t)\} \quad (2.8)$$

2.4.2 Entropi Tsallis

Entropi adalah pengukuran kandungan maklumat sesuatu data. Ia adalah bersifat besar iaitu ekstensif bergantung pada jumlah data yang dimiliki. Constantino Tsallis telah mencadangkan entropi tak ekstensif, iaitu entropi Tsallis yang merupakan generalisasi entropi Boltzmann-Gibbs tradisional. Rasional di sebalik teori ini adalah bahawa entropi Gibbs-Boltzmann tradisional mendorong kepada sifat pergantungan yang kuat manakala entropi Tsallis adalah bersifat tanpa kebergantungan dengan melakukan generalisasi entropi Boltzmann-Gibbs (Fabbri et al. 2012). Dengan adanya sifat tanpa kebergantungan ini, kebarangkalian setiap kelas akan lebih mandiri dan tidak mempengaruhi antara satu sama lain. Maka, entropi Tsallis menyumbang kepada penguraian maklumat yang lebih tepat dan bermakna (Fabbri et al. 2012, Niven 2005 dan Albuquerque et al. 2004). Menurut kajian Diniz et al. (2010), mereka mendapati penemberengan entropi Tsallis terhadap tisu otak adalah sangat tepat berbanding teknik tradisional kerana konsep tersebut membantu menghubungkan piksel-piksel yang penting supaya penemberengan imej tersebut lebih tepat berbanding teknik tradisional yang mengasingkan piksel yang berguna ke dalam kelas yang lain.

Berdasarkan Albuquerque et al. (2004), Kumar et al. (2013) dan Sparavigna (2015) pula, entropi Tsallis adalah sesuai bagi melakukan pengurangan hingar bingar dan menjadikan maklumat lebih “bersih” berbanding entropi Kapur. Oleh sebab itu, teknik ini amat bersesuaian untuk diaplikasi bagi bertujuan mengurangkan hingar bingar imej terutama terhadap pengesanan aksara plat pendaftaran kenderaan kerana ia sangat membantu dalam proses penyetempatan. Oleh yang demikian, ciri-ciri yang dimiliki oleh entropi Tsallis menjadikan entropi ini berbeza dengan entropi Kapur di mana entropi Kapur ia tidak mempunyai sifat tak ekstensif yang mempunyai kepentingan tersendiri dalam penemberengan imej.

Pelbagai kajian telah dilakukan dengan menggunakan entropi Tsallis sebagai fungsi objektif atau fungsi kesesuaian. Bhandari, Kumar, Singh (2014) telah mengusulkan Algoritma Koloni Lebah Buatan Yang Diubahsuai (AKLBD) berdasarkan penemberengan imej satelit menggunakan pelbagai fungsi objektif untuk mencari nilai ambang pelbagai aras yang optimum. Salah satu fungsi objektif yang digunakan adalah entropi Tsallis. Kaedah tersebut dibandingkan dengan kaedah seperti pembuatan Algoritma Koloni Lebah (AKL), Pengoptimuman Kerumunan Partikel (PKP) dan Algoritma Genetik (GA) dengan menggunakan fungsi objektif Tsallis. Keputusan kajian ini menunjukkan bahawa teknik tersebut adalah efisien untuk digunakan dalam penemberengan ambang pelbagai aras bagi imej satelit. Zhang dan Wu (2011) pula mencadangkan ambang global pelbagai aras untuk penemberengan imej menggunakan entropi Tsallis sebagai maklumat umum teori entropi dengan menggunakan pendekatan Algoritma Koloni Lebah (AKL). Kaedah yang dicadangkan menghasilkan penemberengan imej yang efektif dan pantas berbanding Pengoptimuman Kerumunan Partikel (PKP) dan Algoritma Genetik (AG). Manikantan et al. (2012), mengusulkan kaedah baru Pengoptimuman Kerumunan Partikel iaitu Nisbah Keemasan Pengoptimuman Kerumunan Partikel (NKPKP). Kaedah ini menentukan ambang optimum untuk menambahbaik penemberengan imej. Hal ini adalah untuk membaikpulih masalah pengoptimuman berdasarkan objektif fungsi Tsallis.

Berikut merupakan takrifan bagi entropi Tsallis. Entropi Tsallis kelas A adalah:

$$S_q^A(t) = \frac{1 - \sum_{i=1}^{t-1} (p_i^A)^q}{q-1} \quad (2.9)$$

Entropi Tsallis kelas B adalah:

$$S_q^B(t) = \frac{1 - \sum_{i=t+1}^{L-1} (p_i^B)^q}{q-1} \quad (2.10)$$

Di mana P^A = (Kelas A) dan P^B = (Kelas B) serta q adalah nombor nyata.

Entropi Tsallis bagi imej adalah:

$$S_q(A + B) = S_q(A) + S_q(B) + (1 - q) \cdot S_q(A) \cdot S_q(B) \quad (2.11)$$

$$S_q(t) = \frac{1 - \sum_{i=1}^{t-1} (p_i^A)^q}{q - 1} + \frac{1 - \sum_{i=t+1}^{L-1} (p_i^B)^q}{q - 1} + (1 - q) \cdot \frac{1 - \sum_{i=1}^{t-1} (p_i^A)^q}{q - 1} \cdot \frac{1 - \sum_{i=t+1}^{L-1} (p_i^B)^q}{q - 1} \quad (2.12)$$

Teknik Tsallis memilih ambang yang optimum dengan memilih entropi yang maksimum seperti persamaan berikut:

$$t^* = \operatorname{argmax} [S_q(A) + S_q(B) + (1 - q) \cdot S_q(A) \cdot S_q(B)] \quad (2.13)$$

2.4.3 Entropi Renyi

Entropi Renyi juga merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mempercepat pencarian ambang yang optimum. Cheng et al. (2014) mencadangkan untuk menggunakan *Fuzzy C-means Clustering* bagi menambahbaik 2D Renyi agar prestasi penemberengan secara global dapat ditingkatkan. Sathya dan Sakthivel (2013) mengusulkan pengoptimuman stokastik untuk menyelesaikan masalah ambang pelbagai aras dalam penemberengan imej menggunakan teknik pencarian bakteria yang terdapat di dalam usus manusia dengan menggunakan teknik entropi Renyi dan entropi Tsallis bersama sebagai fungsi. Teknik ini menunjukkan bahawa masa pengiraan pengkomputeran adalah pantas dan kualiti imej dapat ditingkatkan. Sahoo et al. (2013) pula melakukan penyatuan entropi Renyi untuk melakukan pengukuran entropi terhadap algoritma simulasi penyepuhlindapan (*simulated annealing*) untuk menentukan pemberat maklumat bersaling bagi imej otak CT dan MRI. Shareha et al. (2008), memperkenalkan Tekstur Entropi Renyi yang diubahsuai untuk ambangan imej berdasarkan kombinasi gelombang koefisien (*wavelet coefficient*). Kaedah yang digunakan menunjukkan peningkatan yang baik dalam ambangan imej dan mengurangkan hingar bingar. Berikut merupakan takrifan bagi entropi Renyi.

Entropi Renyi kelas A adalah:

$$H_q^A(t) = \frac{1}{1-\alpha} \ln \sum_{i=0}^{t-1} \left(\frac{p_i}{p^A}\right)^\alpha \quad (2.14)$$

Entropi Renyi kelas B adalah:

$$H_q^B(t) = \frac{1}{1-\alpha} \ln \sum_{i=t}^{L-1} \left(\frac{p_i}{p^B}\right)^\alpha \quad (2.15)$$

Di mana $P^A =$ (Kelas A) dan $P^B =$ (Kelas B). Parameter $\alpha \neq 1$. Entropi Renyi bagi imej adalah:

$$H(t) = H_\alpha^A(t) + H_\alpha^B(t) \quad (2.16)$$

$$H(t) = \frac{1}{1-\alpha} \ln \sum_{i=0}^{t-1} \left(\frac{p_i}{p^A}\right)^\alpha + \frac{1}{1-\alpha} \ln \sum_{i=t}^{L-1} \left(\frac{p_i}{p^B}\right)^\alpha \quad (2.17)$$

Teknik Renyi memilih ambang yang optimum dengan memilih entropi yang maksimum seperti persamaan berikut:

$$t^* = \operatorname{argmax} [H_\alpha^A(t) + H_\alpha^B(t)] \quad (2.18)$$

2.5 ALGORITMA METAHEURISTIK

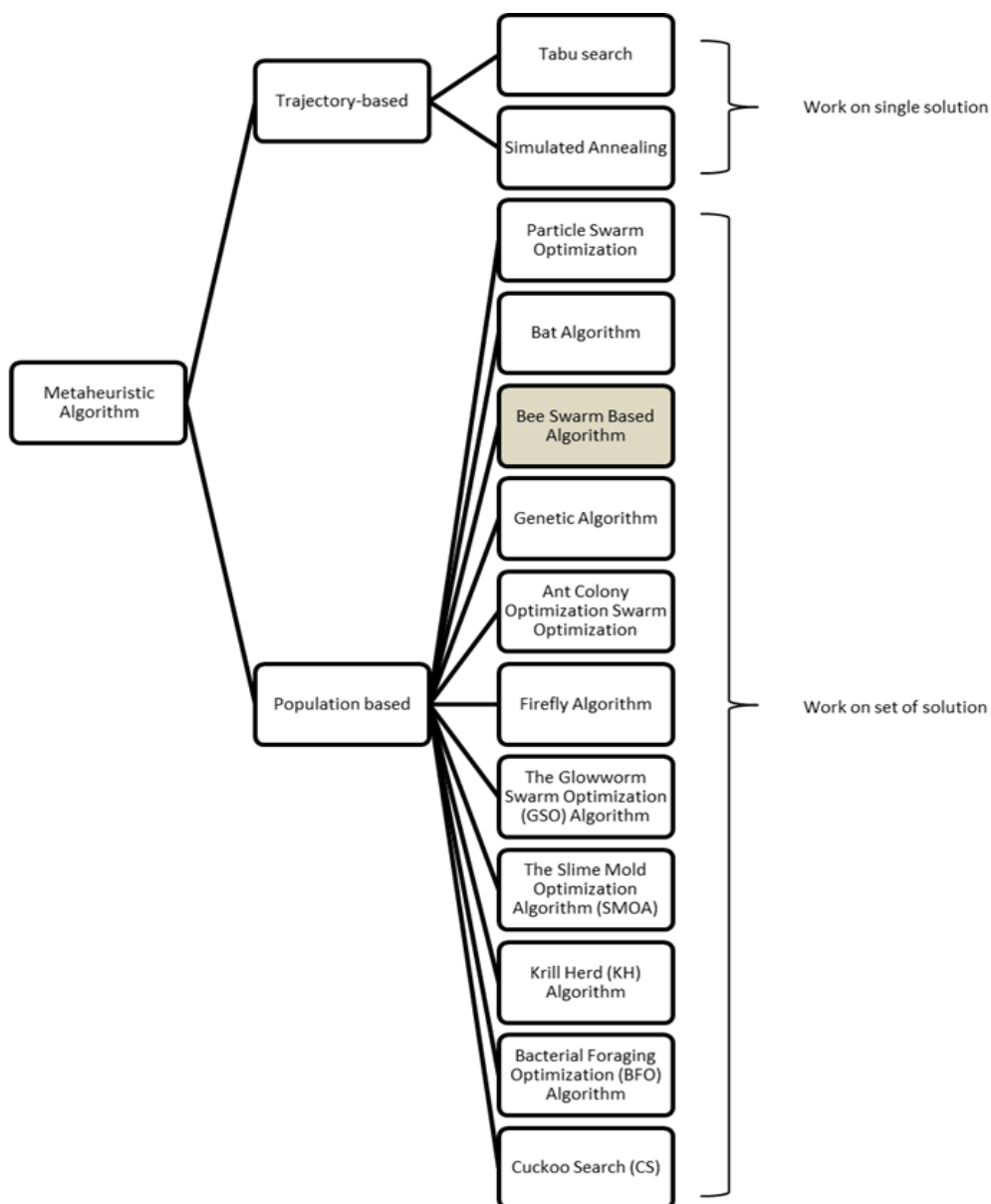
Kaedah ambang memerlukan penyelesaian masalah pengoptimuman berikutan peningkatan masa pemprosesan pengkomputeran secara mendadak apabila ambang aras satu atau ambang aras dua dilanjutkan kepada ambang pelbagai aras. Algoritma metaheuristik mempunyai kebolehan dan keupayaan untuk bergerak keluar daripada optima tempatan dengan meneroka ruang pencarian dengan kerap secara rawak. Sementara itu, algoritma metaheuristik juga mampu melakukan pencarian pantas melalui meneroka kawasan yang mempunyai penyelesaian yang baik dan memilih penyelesaian yang terbaik. Hal ini kerana ciri penerokaan dalam algoritma metaheuristik adalah sesuai untuk pengoptimuman global. Hal ini telah menarik

perhatian penyelidik untuk berusaha menyelesaikan pengoptimuman global dengan mencari penyelesaian optimum yang berdekatan dalam masa yang berpatutan.

Kebanyakan metaheuristik telah digunakan untuk penyelesaian masalah ambang pelbagai aras untuk mempercepatkan pencarian ambang yang optimum. Algoritma metaheuristik terbahagi kepada beberapa kategori antaranya ialah berdasarkan trajektori dan berdasarkan populasi. Algoritma metaheuristik berdasarkan trajektori bekerja dengan penyelesaian tunggal contohnya pencarian Tabu dan simulasi penyepuhlindapan (*simulated annealing*). Algoritma metaheuristik berdasarkan populasi pula bekerja dengan set-set penyelesaian seperti Algoritma Genetik (AG), Pengoptimuman Pencarian Bakteria (PB), Pengoptimuman Kerumunan Partikel (PKP), dan Algoritma Kelip-Kelip (AKK) dan sebagainya. Rajah 2.2 menunjukkan antara teknik-teknik algoritma metaheuristik yang digunakan dalam kajian lepas.

Kajian ini menumpukan kepada algoritma berdasarkan populasi iaitu algoritma berdasarkan kerumunan lebah. Algoritma berdasarkan kerumunan lebah mendapat perhatian oleh penyelidik sejak beberapa tahun lepas. Sebagai contoh, Bhandari, Kumar dan Singh (2015) melakukan pengubahsuaian terhadap algoritma koloni lebah buatan serta melakukan perbandingan terhadap algoritma koloni lebah buatan asli, pengoptimuman kerumunan partikel serta algoritma genetik. Dengan menggunakan algoritma koloni lebah buatan tersebut didapati bahawa keputusan yang dihasilkan meyakinkan dan mengurangkan masa pemprosesan pengkomputeran berbanding dengan algoritma lain yang dikaji. Selain itu, penyelidik tersebut juga mendedahkan bahawa kaedah yang digunakan berasas teknik lebah ini adalah efisien kerana tidak memerlukan parameter yang banyak. Menurut Bahriye Akay (2013) juga, beliau melakukan perbandingan antara koloni lebah buatan dan pengoptimuman kerumunan partikel. Hasil perbandingan mendapati bahawa koloni lebah buatan adalah efisien serta prestasi yang baik untuk melakukan ambang pelbagai aras berbanding pengoptimuman kerumunan partikel. Selain itu, Yudong Zhang dan Lenan Wu (2011) menggunakan koloni lebah buatan untuk mencadangkan ambang pelbagai aras secara global untuk penemberengan imej. Cao et al. (2012) pula menggunakan koloni lebah

buatan dan menjadikan SPNB sebagai fungsi objektif untuk penemberengan imej pelbagai aras. Kebanyakan kajian menunjukkan Algoritma Koloni Lebah Buatan (AKLB) adalah lebih pantas dan efektif berbanding algoritma genetik dan pengoptimuman kerumunan partikel. Algoritma Lebah Levy Tompok adalah salah satu algoritma berdasarkan Algoritma Koloni Lebah yang telah Diubahsuai (AKLBD) oleh Hussein et al. (2014) dan (2015). Menurut mereka kaedah ini mirip kepada tingkah laku yang berlaku pada alam semula jadi serta mudah untuk dilaksanakan.



Rajah 2.2 Teknik-teknik algoritma metaheuristik

Sumber: Hussein et al. (2016)