

**PENGELASAN ARAS DARJAH PENGLIHATAN
MENGGUNAKAN PEMANSUHAN PARTIKEL
SERAKAN DAN PENGELOMPOKAN WARNA**

MUHAMAD LAZIM BIN TALIB

UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA

PENGELASAN ARAS DARJAH PENGLIHATAN MENGGUNAKAN
PEMANSUHAN PARTIKEL SERAKAN DAN PENGELOMPOKAN WARNA

MUHAMAD LAZIM BIN TALIB

TESIS YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMPEROLEHI
IJAZAH DOKTOR FALSAFAH

FAKULTI TEKNOLOGI DAN SAINS MAKLUMAT
UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
BANGI

2019

PENGAKUAN

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

20 Jun 2019

MUHAMAD LAZIM BIN TALIB
P76456

PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah, ilahi sekalian alam. Bersyukur saya kehadrat Allah, ilahi yang menciptakan saya dengan nikmat Iman, Islam dan Ikhsan yang dikurniakan kepada saya tanpa henti, maka disertasi tesis ini dapat diterbitkan. Tanpa keredhaan Allah maka tiada daya dan upaya yang mampu saya lakukan bagi melaksanakan proses pembelajaran dan penyelidikan disepanjang perjalanan saya dalam menuntut ilmu. Segala takdir yang berlaku banyak mengajar saya erti kehidupan sebagai seorang hamba Allah yang soleh. Menjadikan saya muslim yang diibaratkan Jadeite di kalangan permata. Selawat dan salam kepada junjungan besar nabi Muhammad S.A.W. dan para sahabat serta para tabin. Pejuangan dan pengorbanan mereka dapat saya merasai nikmat Islam pada masa kini.

Seterusnya ucapan terima kasih kepada ayahanda saya, Allahyarham Talib bin Haji Muhammad. Pengorbanan dalam memelihara dan membesarakan saya dan kecekalan beliau dalam mendidik saya daripada kecil dengan ketegasan yang tekal membuatkan saya tabah dalam mengharungi liku-liku kehidupan. Ucapan terima kasih juga buat bonda saya, Allahyarhamah Jatinah binti Haji Manidin. Pengorbanan dalam memelihara saya, didikan dengan penuh kasih sayang, kesabaran dalam mencukupkan keinginan saya, dan kesusilaan dalam menangani masalah saya menjadikan saya seorang insan yang dapat berbakti kepada masyarakat nusa negara dan ibu pertiwi.

Setinggi-tinggi penghargaan buat penyelia utama saya Profesor Madya Dr Mohammad Faidzul bin Nasrudin, dan penyelia bersama saya Profesor Madya Dr Siti Norul Huda binti Sheikh Abdullah atas usaha dan bakti dalam memberi pengajaran dan didikan dengan penuh takzim sehingga disertasi ini dapat disiapkan. Segala apa jua ilmu yang diberikan akan saya kongsi kepada insan lain. Penghargaan juga diberikan kepada Dr Afzan binti Adam atas pemangkin kelancaran ilmu dan pencetus idea saya. Tidak lupa juga buat Profesor Dr Zaharin bin Yusoff atas bimbingan dalam merangka penghasilan disertasi tesis ini. Penghargaan diberikan juga kepada pihak Universiti Pertahanan Nasional Malaysia dan Universiti Kebangsaan Malaysia atas segala prasarana yang disediakan. Tidak lupa juga penghargaan buat semua staf Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat di atas pertolongan dan muamalat keperluan saya di sepanjang aktiviti saya di dalam fakulti. Segala kenangan indah dan pahit dirakamkan penuh iltizam di lubuk sanu bari saya. Penghargaan juga diberikan kepada penaja pengajian saya iaitu Kerajaan Malaysia. Penghargaan seterusnya kepada pihak Institut Sains dan Teknologi Maju Jepun dan Universiti Kyoto Sangyo yang sudi menerima kehadiran saya bagi berkongsi wadah ilmu di peringkat antara bangsa.

Akhir sekali penghargaan buat keluarga saya yang berada jauh dan dekat yang banyak membantu dalam semua aspek tanpa mengenal erti jemu dan tega. Kerinduan terhadap kenakalan dan keaktifan anak-anak juga mendorong usaha menyiapkan disertasi tesis ini dengan jayanya. Terima kasih juga diberikan kepada isteri saya Siti Zakiah binti Md Khair atas bantuan yang diberikan. Ucapan terima juga buat insan yang dikasihi yang namanya tidak dapat diukir dalam wadah disertasi ini atas segala kenangan sepanjang hidup ini.

ABSTRAK

Pemantauan berkamera menjadi satu keperluan dalam bidang navigasi, sistem pemanduan selamat, sistem pemantauan lalu lintas dan sistem kawalan keselamatan. Kamera di kawasan terbuka sering mengalami gangguan hingar daripada partikel bebas seperti kabus dan jerebu yang menjadikan imej kelihatan kabur. Maka, kualiti pemantauan berkamera menjadi kurang efektif bagi mengesan objek di sekeliling kawasan tumpuan. Proses pengelasan aras darjah penglihatan melibatkan pemansuhan partikel serakan, pengekstrakan fitur dan akhirnya pengelasan. Kajian terkini tentang pemansuhan partikel serakan masih menghasilkan kesan artifak dan mengubah struktur asal imej. Selain itu, pengekstrakan fitur sukar dilaksanakan bagi imej bersifat homogenus dan tanpa maklumat kedalaman imej. Ini menyebabkan pengelasan aras darjah penglihatan tidak tepat kerana hanya bergantung kepada nilai iluminasi persekitaran. Kajian ini menggariskan duaobjektif yang harus dicapai. Objektif pertama adalah untuk mencadangkan pemansuhan partikel serakan bebas berdasarkan pembetulan kesan pencahayaan persekitaran. Manakala objektif kedua pula ialah untuk mencadangkan sari fitur warna berdasarkan corak matrik piksel warna. Pemansuhan partikel serakan bebas berdasarkan pembetulan kesan pencahayaan persekitaran adalah teknik menentukan kedalaman berdasarkan garis lurus cahaya dan nilai ambang keterangan cahaya sejagat. Nilai kesan pencahayaan persekitaran ini diambil daripada nilai lar yang terdapat dalam ruang warna RGB dan juga ketumpatan relatif pencahayaan. Ketumpatan relatif pencahayaan adalah teknik mendapatkan nilai ketumpatan cahaya secara relatif dan sejagat tanpa proses segmentasi latar depan dan latar belakang. Ketumpatan ini ditentukan berdasarkan nilai sejagat lar warna secara skalar. Kedua-dua teknik di atas digabungkan dalam pembetulan kesan pencahayaan persekitaran. Penyarian fitur corak matrik piksel warna sebagai penyarian fitur warna. Fitur ini berdasarkan pengelompokan saluran RGB imej berdasarkan matrik dua dimensi. Imej yang digunakan dalam penentu ukur dan ujian perbandingan diambil dari set data FRIDA, dan DHAZY . Selain itu, imej persekitaran sebenar juga dijadikan sampel kajian. Kajian ini menggunakan Indeks Matrik Persamaan Struktur (IMKS), Purata Ralat Persegi (PRP) dan Purata Ralat Mutlak (PRM)dengan masing-masing bagi objektif pertama, dan kedua. Hasil eksperimen bagi objektif pertama yang dijalankan kepada teknik He, Tarel, Li (2016) dan Li (2017) mendapati nilai kajian mengatasi semua teknik dengan nilai 0.88 berbanding 0.67, 0.72, 0.54 dan 0.75. Bagi hasil objektif kedua iaitu eksperimen RAKNA pula kaerah ini adalah terbaik dengan ketepatan 0.902 daripada kaerah Chen, Sari, Liang dan Li iaitu 0.567, 0.623, 0.859, dan 0.896. Manakala gabungan pemansuhan partikel serakan, dan corak metrik menghampiri nilai ketepatan yang tinggi iaitu 0.942 berbanding hanya kaerah RAKNA tanpa PKTALIB iaitu 0.873 dan RAKNA sahaja iaitu 0.902. Justeru, kesinambungan daripada proses pemansuhan dan fitur warna ini dapat mengelaskan aras darjah penglihatan dengan efektif dan berkesan.

CLASSIFICATION OF VISIBILITY LEVEL USING SCATTERED PARTICLES REMOVAL AND COLOUR CLUSTERING

ABSTRACT

Monitoring camera is a necessity in navigation, safe driving systems, traffic monitoring systems and security control systems. Unfortunately, outdoor camera becomes less effective if noise disturbance such as blurry owing to scattered particles exists during monitoring and detecting objects around the focus area. Up to date, the removal and restoration of scattered particles dispersion able to recover images containing noise due to dispersal of suspended scattered particles in air such as fog, and haze. The classification process of the visibility level involves the scattered particles removal, feature extraction and finally classification process. Recent studies on the scattered particles removal still produce artefact and halo effects and alter the original structure of the image. Additionally, hard-to-use feature extraction of homogeneous images and no image depth information. This makes the classification of visibility level less accurate because it relies only on the value of the environment illumination. This study outlines two objectives to be achieved. The first objective is to propose the scattered particles removal based on scene illumination correction. While the second objective is to propose new colour feature extraction using colour pixel matrix pattern (RAKNA). The scattered particles removal based on scene illumination correction is a technique of combining the Chroma filter and a global light threshold value. The value of the Chroma filter is taken from the median Chroma and the global light illuminated threshold value is taken in the entirety of the observed light mode. RAKNA is the colour feature that convert the RGB channel value of the image to the specific matrix range. Both of the above techniques are combined into classification development using multi-layer perceptron models with contrast to noise ratio as the first feature extract and RAKNA as the second feature cube. The images used in measuring and comparative tests are taken from the frida, frida 2 and Frida 3 database. Additionally, the real-world image is also used as a sample of the study. This study uses the Structural Similarity Matrix Index (SSMI), Mean Square Errors (MSE) and the respective F-Measure for the first, and second objectives. Experimental results of the scattered particles removal of the He, Tarel, Li 2016 and Li 2017 techniques found that the value of the study outstripped all techniques with a value of 0.88 versus 0.67, 0.72, 0.54 and 0.75. While the second experiment of the visibility estimation with Liu techniques found that the best value of the study was 0.22 compared to 0.73. The result of the RAKNA experiment also the best among Chen, Sari, Liang and Li as following accuracy rate 0.902, 0.567, 0.623, 0.859, and 0.896. Next experiment, the combined method of removing scattered particles, and RAKNA approached the high accuracy value of 0.942 as opposed to only RAKNA without scattered particles removal method of 0.873 and RAKNA only of 0.902. Hence, the continuation of the process of repeat and determination of this colour features can clarify the level of clarity of the classification of visibility level effectively.

KANDUNGAN

	Halaman	
PENGAKUAN	2	
PENGHARGAAN	3	
ABSTRAK	4	
ABSTRACT	5	
KANDUNGAN	6	
SENARAI JADUAL	11	
SENARAI ILUSTRASI	13	
SENARAI SINGKATAN	19	
DAFTAR ISTILAH	20	
BAB I	PENGENALAN	
1.1	Pengenalan	21
1.2	Pendahuluan	21
1.3	Latar Belakang Kajian	23
1.4	Kepentingan Kajian	29
1.5	Permasalahan Kajian	31
	1.5.1 Isu-isu dan Cabaran Proses Pemansuhan Partikel Serakan	32
	1.5.2 Isu-isu dan Cabaran Fitur Pengelompokan Warna	34
	1.5.3 Isu-isu dan Cabaran Pengelasan Aras Darjah Penglihatan Suasana	35
1.6	Persoalan Kajian	37
1.7	Objektif Kajian	37
1.8	Skop Kajian	37
1.9	Organisasi Tesis	38
BAB II	KAJIAN KESUSASTERAAN	
2.1	Pengenalan	41
2.2	Kepentingan Pemantauan Tahap Pencemaran berdasarkan ARAS darjah penglihatan	42
2.3	Kaedah Semasa Pemantauan Pencemaran	43
	2.3.1 Bacaan Indek Pencemaran Udara	43

	2.3.2 Penganggaran Tahap Pencemaran Berasaskan Aras Darjah Penglihatan	45
2.4	Darjah Penglihatan Suasana	47
2.5	Pengelasan Aras Darjah Penglihatan Suasana	50
2.6	Kesan Dari Aras Darjah Penglihatan Yang Lemah	51
2.7	Partikel Serakan	52
2.8	Pemansuhan Partikel Serakan Dalam Imej Tunggal	54
	2.8.1 Kaedah Penyelesaian Secara Peningkatan Beza Jelas	56
	2.8.2 Kaedah Penyelesaian Secara Pemulihan Beza Jelas	62
2.9	Julat Melihat (JM)	75
2.10	Teori Kerelatifan	78
2.11	Penyarian Fitur Warna	79
	2.11.1 Ruang Warna	80
	2.11.2 Histogram	83
	2.11.3 Pengukuran Warna	84
	2.11.4 Rujukan Jadual Warna	85
	2.11.5 Pengelompokan Warna	86
2.12	Penyarian Fitur Suasana	87
2.13	Set Data Penanda Aras	90
	2.13.1 Set Data FRIDA	90
	2.13.2 Set Data DHAZY	91
2.14	Alatan Penilaian Eksperimen	92
	2.14.1 Penilaian Struktur Fizikal	92
	2.14.2 Penilaian Warna	93
	2.14.3 Penilaian Prestasi Kaedah	94
	2.14.4 Analisis Ujian Ketara	96
2.15	Rumusan	97

BAB III**METODOLOGI KAJIAN**

3.1	Pengenalan	98
3.2	Kaedah Kajian	98
	3.2.1 Fasa Pemahaman Teori dan Masalah	102
	3.2.2 Fasa Mengenal Pasti Prinsip Rangka Kerja	103
	3.2.3 Fasa Perlaksanaan Rangka Kerja	107
	3.2.4 Fasa Pengendalian Eksperimen	107
	3.2.5 Fasa Penghasilan Keputusan Esperimen dan Analisis	108
3.3	Set Data Penanda Aras	109

	3.3.1 Set Data FRIDA	109
	3.3.2 Set Data DHAZY	114
3.4	Persediaan Eksperimen	116
3.5	Alatan Penilaian Eksperimen	116
	3.5.1 Penilaian Struktur Fizikal	116
	3.5.2 Penilaian Warna	118
	3.5.3 Penilaian Prestasi Kaedah	119
	3.5.4 Analisis Ujian Ketara	120
3.6	Rumusan	121
BAB IV	PEMANSUHAN PARTIKEL SERAKAN BERASASKAN PEMBETULAN KESAN PENCAHAYAAN PERSEKITARAN (TALIB) DALAM IMEJ TUNGGAL	
4.1	Pengenalan	122
4.2	Teori Pemansuhan Partikel serakan Dalam Imej Tunggal	122
4.3	Model Pemansuhan Partikel serakan Yang dicadangkan	128
	4.3.1 Model Pembetulan Kesan Pencahayaan Persekutaran (TALIB)	131
	4.3.2 Ketumpatan Relatif LAZIM	133
	4.3.3 Penukaran Ruang Warna Saluran RGB kepada Saluran HSI	135
	4.3.4 Penukaran Ruang Warna Saluran RGB ke Saluran YCbCr	135
	4.3.5 Nilai Pemalar Pencahayaan Persekutaran Sejagat	136
	4.3.6 Pembetulan Keamatan Warna dan Ketepuan Warna Berasaskan Nilai Pembetulan Kesan TALIB	136
4.4	Contoh Implementasi Cadangan Model Pemansuhan Partikel serakan Terhadap 4 Keadaan Partikel serakan Yang Berbeza Iaitu Kabus Rawak, Kabus Seragam, Berawan Rawak Dan Berawan Seragam.	138
4.5	Persediaan Eksperimen	143
4.6	Analisis Eksperimen dan Perbincangan	144
	4.6.1 Analisis Pemerhatian	144
	4.6.2 Analisis Perihalan	148
	4.6.3 Analisis Pentaabiran	154
	4.6.4 Perbincangan	154
4.7	Rumusan	155

BAB V	PENYARIAN FITUR WARNA BERASASKAN CORAK MATRIK PIKSEL WARNA DALAM IMEJ TUNGGAL	
5.1	Pengenalan	156
5.2	Teori Penyarian Fitur Warna	156
5.3	Model Penyarian Fitur Warna Dalam Imej Tunggal Yang Dicadangkan	158
	5.3.1 Fasa Pemerihalan Fitur	158
	5.3.2 Fasa Penyarian Fitur	160
	5.3.3 Fasa Pengelasan Fitur	161
	5.3.4 Rangka Kerja RAKNA	162
	5.3.5 Contoh Penggunaan Fitur RAKNA	166
5.4	Persediaan Eksperimen	171
5.5	Analisis Eksperimen dan Perbincangan	172
	5.5.1 Analisis Perihalan	172
	5.5.2 Analisis Pentaabiran	175
	5.5.3 Perbincangan	176
5.6	Rumusan	177
BAB VI	PENGANGGARAN JM BERASASKAN KETUMPATAN RELATIF CAHAYA PERSEKITARAN (LAZIM) DALAM IMEJ TUNGGAL	
6.1	Pengenalan	178
6.2	Teori Penganggaran Julat Melihat (JM)	178
6.3	Model Penganggaran JM Yang Dicadangkan	180
	6.3.1 Beza Jelas Imej	183
	6.3.2 Nilai Ambang Menggunakan Kaedah Otsu	184
	6.3.3 Contoh Pengiraan Kepada Sampel Imej Bersaiz 6x6	186
6.4	Persediaan Eksperimen	190
6.5	Analisis Eksperimen Dan Perbincangan	190
	6.5.1 Analisis Perihalan	190
	6.5.2 Analisis Pentaabiran	193
6.6	Perbincangan	194
6.7	Rumusan	194
BAB VII	IMPLEMENTASI PENGELASAN ARAS DARJAH PENGLIHATAN	
7.1	Pengenalan	196

7.2	Motivasi dan Inspirasi	196
7.2.1	Pra Pemprosesan	197
7.2.2	Penyarian Fitur	198
7.2.3	Pengelasan Aras Darjah Penglihatan	201
7.3	Persediaan Eksperimen	201
7.4	Analisis Eksperimen dan Perbincangan	202
7.4.1	Analisis Perihalan	202
7.4.2	Analisis Pentaabiran	203
7.4.3	Perbincangan	204
7.5	Rumusan	204
BAB VIII	RUMUSAN KESELURUHAN PENYELIDIKAN	
8.1	Pengenalan	206
8.2	Rumusan Kajian	206
8.3	Rumusan Keputusan Kajian	208
8.4	Sumbangan Kajian	209
8.5	Cadangan Kajian Masa Hadapan	210
8.6	Rumusan	211
RUJUKAN		212
LAMPIRAN		
Lampiran A	SYARAT-SYARAT RAKNA MODEL 3x2	225
Lampiran B	SYARAT-SYARAT RAKNA MODEL 3x3	226
Lampiran C	SYARAT-SYARAT RAKNA MODEL 3x5	231
Lampiran D	HASIL PENULISAN YANG DITERBITKAN	249
MEMORI BERSAMA SUSAH & SENANG KEKAL TERPAHAT DALAM INGATAN (15 FEBRUARI 2015 – 22 OKTOBER 2018)		250

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
Jadual 2.1	Indek Pencemaran Udara Piawai	44
Jadual 2.2	Perbandingan Teknik Pemantauan Pencemaran Udara	45
Jadual 2.3	Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Kaedah Pengelasan Aras Darjah Penglihatan Suasana	46
Jadual 2.4	Maklumat Jenis dan Saiz Partikel serakan	52
Jadual 2.5	Jadual Rujukan Warna	85
Jadual 3.1	Fasa Penyelidikan	99
Jadual 4.1	Perbandingan Imej Hasil Kaedah Penyelesaian Berlainan	146
Jadual 4.2	Perbandingan Pinggiran Imej	149
Jadual 4.3	Perbandingan Kecerunan Imej	150
Jadual 4.4	Perbandingan Indek Matrik Kesamaan Struktur	151
Jadual 4.5	Perbandingan Ketepuan Warna	152
Jadual 4.6	Perbandingan Kualiti Warna-Warni	153
Jadual 4.7	Purata Pangkat Perbandingan Kaedah Penyelesaian	154
Jadual 5.1	Perbandingan Antara Model RAKNA	160
Jadual 5.2	Perbandingan berdasarkan hasil histogram RAKNA yang dicerap	171
Jadual 5.3	Penetapan boleh ubah setiap pengelas	173
Jadual 5.4	Perbandingan antara penggunaan pengelas	174
Jadual 5.5	Perbandingan antara model RAKNA	174
Jadual 5.6	Perbandingan antara kaedah penyelesaian	175
Jadual 5.7	Purata pangkat bagi perbandingan antara model RAKNA	175
Jadual 5.8	Purata pangkat bagi perbandingan antara kaedah penyelesaian penyarian fitur	176
Jadual 6.1	Taburan keamatan lar	187

Jadual 6.2	Perbandingan PRP Pemerhatian Sejagat	191
Jadual 6.3	Perbandingan PRP pemerhatian tempatan	192
Jadual 6.4	Perbandingan PRP set data sejahtera	192
Jadual 6.5	Perbandingan PRP set data tempatan	193
Jadual 6.6	Purata pangkat perbandingan kaedah bagi penyelesaian JM	193
Jadual 7.1	Hasil Keputusan Matrik Keliru Set Data FRIDA	202
Jadual 7.2	Hasil keputusan Matrik Keliru Set Data DHAZY	203
Jadual 7.3	Purata pangkat perbandingan antara kaedah penyelesaian	203

SENARAI ILUSTRASI

No. Rajah		Halaman
Rajah 1.1	Keadaan jerebu yang terdiri dari partikel-partikel bebas, debu dan titisan air	22
Rajah 1.2	Alat PM10 komplek	24
Rajah 1.3	Alat PM20 mudah alih	25
Rajah 1.4	Contoh penggunaan kamera luar bangunan yang terganggu oleh jerebu	26
Rajah 1.5	Model fizikal pencahayaan atmosfera	27
Rajah 1.6	Contoh bacaan indek pencemaran udara seluruh dunia menggunakan satelit kaji cuaca	30
Rajah 2.1	Pengelasan imej darjah penglihatan berdasarkan dua keadaan imej. (a) Imej berpartikel serakan awal (b) Imej berpartikel serakan sejam selepas imej awal dicerap (c) Kedudukan pinggir beza jelas yang ketara antara dua imej yang ditunjukkan dengan anak panah (d) Pinggir yang terhasil setelah proses pengiraan beza magnitud antara dua imej (a) dan (b)	48
Rajah 2.2	Hasil eksperimen hubungan jarak pemerhati dan objek	50
Rajah 2.3	Kerangka pemansuhan partikel serakan	55
Rajah 2.4	Contoh hasil kaedah penyelesaian penyamaan histogram. (a) imej berpartikel serakan (b) Nilai balikan keamatan (c) Penyamaan histogram ke atas nilai kebarangkalian balikan keamatan (d) Hasil kaedah penyelesaian yang digunakan	58
Rajah 2.5	Hasil penyelidikan kaedah penyelesaian teori Retinex (a1 dan a2) Imej berpartikel serakan (b1 dan b2) Hasil kaedah penyelesaian pelbagai aras skala Retinex (c1 dan c2) Hasil kaedah penyelesaian skala tunggal Retinex (d1 dan d2) Hasil kaedah penyamaan histogram (e1 dan e2) Hasil kaedah penyelesaian penapis homomorphic	61
Rajah 2.6	Contoh maklumat awal saluran gelap	63
Rajah 2.7	Hasil kaedah saluran gelap (a) Imej berpartikel serakan (b) Hasil kaedah penyelesaian saluran gelap (c) Peta kedalaman saluran gelap	63

Rajah 2.8	Hasil kaedah pembetulan gamma (a) Imej berpartikel serakan (b) Maklumat saluran gelap (c) Peta balikan tanpa pembetulan gamma (d) Peta balikan dengan pembetulan gamma (e) Aras pemetaan (f) Pinggiran yang wujud (g) Garis ufuk yang terhasil (h) Hasil kaedah penyelesaian pembetulan gamma	64
Rajah 2.9	Hasil kaedah penyelesaian menggunakan pembetulan nilai skala kelabu (a) Imej berpartikel serakan (b) Hasil kaedah saluran gelap (c) Peta balikan saluran gelap (d) Hasil kaedah pembetulan skala kelabu bernilai 3 (e) Peta balikan pembetulan skala kelabu bernilai 3 (f) Hasil kaedah pembetulan skala kelabu bernilai 7 (g) Peta balikan pembetulan skala kelabu bernilai 7	65
Rajah 2.10	Maklumat awal penepuan warna. Imej kiri imej berwarna dan imej kanan peta penepuan warna	66
Rajah 2.11	Hasil model linear yang digunakan (a) Imej berpartikel serakan (b) Hasil tekaan kesalahan rawak (c) Hasil tekaan pekali linear dengan skala 15 (d) Hasil tekaan peta kedalaman	67
Rajah 2.12	Hasil kaedah penyelesaian pengoptimuman beza jelas. Imej kiri adalah imej berpartikel serakan. Imej kanan adalah hasil pernormalan imej kiri.	69
Rajah 2.13	Hasil penapisan Wiener langlah pertama dan kedua. (a) Imej berpartikel serakan (b) Peta kedalaman dengan penapis Wiener langkah pertama (c) Peta kedalaman dengan penapis Wiener langkah kedua (d) Hasil penapis Wiener langkah pertama (e) Hasil penapis Wiener langkah kedua	69
Rajah 2.14	Hasil kaedah penyelesaian persamaan hingar dan kabur. (a) Imej berpartikel serakan (b) Hasil kaedah saluran gelap (c) Hasil persamaan hingar sahaja (d) Hasil persamaan kabur sahaja (e) Hasil persamaan hingar dan kabur	71
Rajah 2.15	Perbezaan garis lurus warna dalam keadaan yang berbeza. (i) Sudut rendah (ii) Pemboleh ubah rendah (iii) Jarak dua model (iv) Jerebu teruk (v) Ralat persilangan (vi) Cerah	72
Rajah 2.16	Penekaan warna sebenar berdasarkan garis lurus warna. Imej kiri adalah imej berpartikel serakan yang ditanda kawasan tekaan secara rawak. Imej tengah adalah graf garis lurus warna. Imej kanan ada graf garis lurus warna berdasarkan tetingkap berlainan	73
Rajah 2.17	Contoh proses penekaan dan permarkahan	74
Rajah 2.18	Pengelasan kaedah penyelesaian penyelidikan yang lain	75
Rajah 2.19	Imej dilihat dengan kedalaman secara binokular	75

Rajah 2.20	Contoh kaedah eksplotasi kedalaman	76
Rajah 2.21	Proses penandaan tetingkap	78
Rajah 2.22	Kon warna HSV	81
Rajah 2.23	Proses mengelompokkan ruang warna HSV kepada 10 bin histogram yang berbeza	87
Rajah 2.24	Contoh penyarian fitur sejagat menggunakan kaedah fitur Gabor terhadap imej (a) <i>Coast scene</i> , (b) <i>Urban space</i> , dan (c) <i>Forest scene</i>	88
Rajah 2.25	Penyarian fitur tempatan secara perlingkaran imej	89
Rajah 2.26	Penyarian fitur secara pengelompokan objek yang menonjol	89
Rajah 2.27	Contoh jadual matrik keliru	96
Rajah 3.1	Peringkat – peringkat penyelidikan.	99
Rajah 3.2	Model umum penyelidikan	103
Rajah 3.3	Model pengurangan dan pemulihan imej	104
Rajah 3.4	Model penghasilan julat melihat	105
Rajah 3.5	Fasa yang terlibat dalam penyarian fitur	105
Rajah 3.6	Kerangka penyelesaian yang terlibat secara keseluruhan	106
Rajah 3.7	Fasa Perlaksanaan Rangka Kerja	107
Rajah 3.8	Proses Ujian Prestasi Kaedah Penyelesaian	107
Rajah 3.9	Peringkat analisis eksperimen kaedah penyelesaian	108
Rajah 3.10	Contoh imej buatan partikel serakan rawak	111
Rajah 3.11	Contoh imej buatan partikel serakan berawan seragam	112
Rajah 3.12	Contoh imej buatan bebas partikel serakan	112
Rajah 3.13	Contoh imej buatan partikel serakan berawan rawak	113
Rajah 3.14	Contoh imej buatan partikel serakan seragam	113
Rajah 3.15	Imej penanda aras DHAZY	114
Rajah 3.16	Peta kedalaman imej penanda aras DHAZY	115
Rajah 3.17	Imej penanda aras yang mempunyai partikel serakan	115

Rajah 4.1	Model pengurangan dan pemulihan imej	123
Rajah 4.2	Gambaran TALIB dalam sistem penglihatan manusia dalam keadaan berpartikel serakan	125
Rajah 4.3	Keadaan persekitaran suasana berpartikel serakan yang sederhana dicerap di sekitar Kuala Lumpur	126
Rajah 4.4	Keadaan persekitaran suasana setelah proses pemansuhan partikel serakan berasaskan pembetulan kesan TALIB dilaksanakan	126
Rajah 4.5	Keadaan suasana persekitaran dengan partikel serakan yang sukar	127
Rajah 4.6	Keadaan suasana persekitaran setelah proses pemansuhan partikel serakan berasaskan pembetulan kesan TALIB dilaksanakan	127
Rajah 4.7	Kod pseudo algoritma pemansuhan partikel serakan	129
Rajah 4.8	Proses keseluruhan pemansuhan partikel serakan PKTALIB	130
Rajah 4.9	Cadangan ketumpatan relatif cahaya atau <i>Light Across Zone of Image</i> (LAZIM).	134
Rajah 4.10	Contoh imej penglihatan kabus rawak	139
Rajah 4.11	Contoh hasil pemansuhan imej kabus rawak	139
Rajah 4.12	Contoh imej penglihatan kabus seragam	140
Rajah 4.13	Contoh hasil pemansuhan imej penglihatan kabus seragam	140
Rajah 4.14	Contoh imej penglihatan berawan rawak	141
Rajah 4.15	Contoh hasil pemansuhan imej berawan rawak	141
Rajah 4.16	Contoh imej penglihatan berawan seragam	142
Rajah 4.17	Contoh hasil pemansuhan imej penglihatan berawan seragam	142
Rajah 4.18	Contoh imej yang dirujuk sebagai penanda aras	145
Rajah 4.19	Contoh imej yang mengalami partikel serakan	145
Rajah 5.1	Fasa yang terlibat dalam penyarian fitur	158
Rajah 5.2	Contoh RAKNA bersaiz 3X2	159
Rajah 5.3	Contoh RAKNA bersaiz 3x3	159

Rajah 5.4	Contoh RAKNA bersaiz 3X5	160
Rajah 5.5	Algoritma pengelas pelbagai aras rangkaian neural	162
Rajah 5.6	Carta alir pencerapan fitur RAKNA mengikut syarat model	163
Rajah 5.7	Carta alir penghasilan fitur RAKNA	164
Rajah 5.8	Kod pseudo algorithm pencerapan fitur RAKNA dalam imej tunggal	165
Rajah 5.9	Kod pseudo algoritma pembentukkan RAKNA berdasarkan piksel warna.	165
Rajah 5.10	Contoh imej berpartikel serakan yang dicerap fitur RAKNA	166
Rajah 5.11	Contoh histogram fitur RAKNA model 3x2 imej berpartikel serakan	167
Rajah 5.12	Contoh histogram fitur RAKNA model 3x3 imej berpartikel serakan	168
Rajah 5.13	Contoh histogram fitur RAKNA model 3x5 imej berpartikel serakan	168
Rajah 5.14	Contoh imej yang terang dicerap fitur RAKNA	169
Rajah 5.15	Contoh histogram fitur RAKNA model 3x2 imej cerah	169
Rajah 5.16	Contoh histogram fitur RAKNA model 3x3 imej cerah	170
Rajah 5.17	Contoh histogram fitur RAKNA model 3x3 imej cerah	170
Rajah 6.1	Taburan jangkaan JM	182
Rajah 6.2	Carta alir proses penganggaran JM berdasarkan beza jelas Michelson dan nilai ambang Y menggunakan kaedah Otsu	182
Rajah 6.3	Kod pseudo algoritma penganggaran JM berdasarkan beza jelas Michelson dan nilai ambang Y menggunakan kaedah Otsu	183
Rajah 6.4	Kod pseudo algoritma nilai ambang Otsu	186
Rajah 6.5	Sampel imej bersaiz 6 x 6	186
Rajah 6.6	Histogram keamatan lar	187
Rajah 7.1	Cadangan rangka kerja pengelasan aras darjah penglihatan	197
Rajah 7.2	Imej kanan adalah imej berpartikel serakan. Imej kiri adalah hasil pemansuhan partikel serakan	198

Rajah 7.3	Histogram gabungan fitur RAKNA dan JM dalam model 3x5 sebelum pemansuhan	199
Rajah 7.4	Histogram gabungan fitur RAKNA dan JM dalam model 3x5 selepas pemansuhan	199
Rajah 7.5	RAKNA fitur 64 versi model 3x5	200
Rajah 7.6	RAKNA fitur 94 versi model 3x5	200
Rajah 8.1	Aliran sumbangan kajian penyelidikan	209
Rajah 8.2	Aliran kaedah yang dapat diberi perhatian untuk penyelidikan akan datang	210

SENARAI SINGKATAN

IMKS	Indek Matrik Kesamaan Struktur
JATINAH	Gabungan Persekutaran Hubungan Semula Jadi dan Harmoni
JM	Julat Melihat
KK	Kecerunan Kelabu
KW	Ketepuan Warna
KWW	Kualiti Warna-Warni
LAZIM	Kesan Ketumpatan Relatif Laluan Cahaya
MK	Matrik Keliru
NAO	Nilai Ambang Otsu
PHS	Persamaan Histogram Sejagat
PHT	Persamaan Histogram Tempatan
PI	Pinggiran Imej
PK2P	Pembetulan Kesan Pencahayaan Persekutaran
PRM	Purata Ralat Mutlak
PRP	Purata Ralat Persegi
RAKNA	Corak Matrik Pisel Warna
TALIB	Penyebaran Laluan Kecerahan Cahaya

DAFTAR ISTILAH

Bahasa Melayu	Bahasa Inggeris
Analisis Ketara	Significant Analysis
Analisis Pentaabiran	Inference Analysis
Analisis Perihalan	Descriptive Analysis
Balikan	Transmisi
Darjah Penglihatan	Visibility
Garisan Mengufuk	Horizontal Line
Jati	Invariant
Julat Melihat	Visibility
Keamatan Warna	Colour Intensity
Kecerunan Warna	Colour Gradient
Ketepuan Warna	Colour Saturation
Kilau	Chrominance
Kilauan	Luminous
Kualiti Warna-Warni	Colourfulness
Lar	Luminance
Partikel serakan Atmosfera	Scattered Atmospheric Particles
Pekali Malap	Extinction Coefficient
Pembesaran Ketara	Significant Zoom
Pencahayaan Langsung	Direct Attenuation
Perlaran	Illumination
Sejagat	Global
Suasana	Scene
Teduhan	Shade
Tempatan	Local
Ufuk	Horizon

BAB I

PENGENALAN

1.1 PENGKENALAN

Bab ini membincangkan aliran kandungan dan tujuan pembangunan tesis ini. Motivasi dan hala tuju tesis ini disediakan akan dibincangkan secara umum dalam bahagian 1.2 diikuti bahagian 1.3 iaitu latar belakang kajian. Kepentingan kajian dibincangkan dalam bahagian 1.4 dan seterusnya permasalahan kajian dalam bahagian 1.5. Bahagian seterusnya adalah 1.6 iaitu persoalan kajian yang terlibat. Kemudian dalam bahagian 1.7 adalah objektif kajian ini disediakan. Seterusnya skop kajian dalam bahagian 1.8 dan akhir sekali bahagian 1.9 pula menerangkan aliran bab dan isi yang terkandung dalam bab berkenaan.

1.2 PENDAHULUAN

Allah subhanahu wa Ta'ala berfirman:

فَارْتَقِبُ يَوْمَ تَأْتِي الْسَّمَاءُ بِدُخَانٍ مُّبِينٍ ۝ ۱۰ يَعْلَمُ شَيْءًا إِنَّ النَّاسَ هُنَّا
عَذَابٌ أَلِيمٌ ۝ ۱۱

Maksudnya :

“Maka tunggulah hari ketika langit membawa kabut yang nyata, yang meliputi manusia. Inilah azab yang pedih” (Surah ad-Dukhan: 10-11).

Kabut seperti yang dinyatakan dalam petikan ayat 10 dan ayat 11 surah ad-Dukhan dalam kitab suci al-Quran merupakan satu panduan dan ilmu bahawa manusia mempunyai batasan dan merupakan satu dari beberapa azab daripada Allah subhanahu wa Ta'ala. Kabut merupakan titisan wap air yang lebih tebal daripada kabus atau lebih

dikenali sebagai Jerebu (Baharom 2011). Jerebu terdiri daripada partikel-partikel bebas, debu dan titisan air (Sun et al. 2015). Rajah 1.1 menunjukkan gambaran keadaan jerebu seperti yang dimaksudkan oleh Sun dan rakan-rakan. Kandungan partikel bebas yang terkandung di dalam jerebu amat membahayakan kesihatan kerana kandungan kimia berbahaya boleh merosakkan paru-paru dan darah manusia. Jerebu ini hadir daripada aktiviti-aktiviti harian manusia seperti pembakaran terbuka dan perlepasan asap industri (Penza et al. 2014).



Rajah 1.1 Keadaan jerebu yang terdiri dari partikel-partikel bebas, debu dan titisan air

Sumber: (Sun et al. 2015)

Keadaan berjerebu dan berkabus ini amat mudah dikesan kehadirannya di dalam imej seperti yang ditunjukkan di dalam rajah 1.1 ini. Hal ini disebabkan faktor-faktor kehadiran partikel serakan yang ada di dalam jerebu dan kabus ini dapat merendahkan kualiti imej ini seperti kabur dan malap. Hal ini sedikit sebanyak mampu mengurangkan prestasi visi komputer secara langsung. Maka, penyelidikan ini melihat kesinambungan dari aspek permulaan proses pemprosesan imej berpartikel serakan, penyarian fitur dalam imej suasana berpartikel serakan hingga ke peringkat proses mengelaskan darjah penglihatan imej berpartikel serakan. Hal ini bermanfaat

dalam mengetahui dan memantau perubahan iklim persekitaran, sistem pemanduan kenderaan yang selamat dan sistem pengecaman suasana.

1.3 LATAR BELAKANG KAJIAN

Menurut World Health Organization (WHO), banyak kes yang melibatkan terjejasnya kesihatan manusia melibatkan pencemaran udara yang disedut. Kandungan pencemaran ini dapat dikelaskan kepada 4 kelas, iaitu pencemar organik, pencemar bukan organik, pencemar klasik dan pencemar udara dalaman. Pencemar organik terdiri daripada bahan seperti berikut iaitu Acrylonitrile, Benzene, Butadiene, Carbon disulfide, Carbon monoxide, 1, 2-Dichloroethane, Dichloromethane, Formaldehyde, Polycyclic aromatic hydrocarbons, Polychlorinated biphenyls, Polychlorinated dibenzodioxin dan dibenzofurans, Styrene, Tetrachloroethylene, Toluene, Trichloroethylene dan Vinyl chloride. Seterusnya, kandungan bagi bahan pencemar bukan organik pula terdiri daripada iaitu Arsenik, Asbestos, Kadmium, Kromium, Fluorida, Hidrogen sulfida, Plumbum, Mangan, Merkuri, Nikel, Platinum dan Vanadium.

Bagi bahan pencemar klasik pula terdiri daripada Nitrogen Oksida, Ozon dan pengoksidaan kimia foto, partikel rawak dan Sulfur Dioksida. Manakala bahan pencemar udara dalaman terdiri daripada asap rokok, serat terampai buatan manusia dan gas radioaktif. Menurut WHO lagi, untuk mendapat kehidupan yang sihat, manusia memerlukan kehidupan di dalam suasana fizikal yang selamat, kurang terdedah kepada bahan cemar yang membahayakan kesihatan yang lebih daripada piawaian antarabangsa (Organization 2006).

Di Malaysia secara tradisinya, manusia mengetahui aras darjah penglihatan bagi sesuatu kawasan adalah berdasarkan bacaan Indeks Pencemaran Udara (IPU). Kaedah terkini yang digunakan ialah PM 1.0. Alat ini menyukat partikel bebas pada ketumpatan 0.009-0.066 mg m⁻³ (Al-Dhurafi et al. 2016). Peralatan ini terdiri daripada 2 jenis kategori iaitu kompleks dan mudah alih. Peralatan kompleks digunakan di stesen bagi mendapatkan bacaan yang tepat dan peralatan yang digunakan adalah mahal dan rumit (Murena 2004). Rajah 1.2 merupakan contoh alat PM10 yang komplek seperti yang digunakan dalam stesen kawalan pencemaran udara.



Rajah 1.2 Alat PM10 komplek

Sumber: www.aqicn.org, 2017

Manakala peralatan mudah alih digunakan bagi mencerap bacaan bagi lokasi tertentu dan memerlukan individu yang mahir untuk menggunakanannya. Peralatan ini mendedahkan individu ini dalam kawasan yang terdedah dengan udara tercemar dan tidak semua individu awam yang tahu mengendalikannya (Wang et al. 2006). Rajah 1.3 merupakan contoh alatan PM20 mudah alih yang biasa digunakan oleh ahli jabatan alam sekitar mencerap bacaan indek pencemaran udara. Justeru, satu mekanisme yang dapat membantu manusia mengelakkan diri daripada terdedah kepada bahan pencemar ini perlu diadakan bagi mendapatkan penganggaran tahap pencemaran berdasarkan aras darjah penglihatan. Hal ini kerana aras darjah penglihatan seperti jerebu dapat dikenal pasti di dalam imej berdasarkan keadaan warna imej yang kabur dan seakan luntur dari warna asal objek (Narasimhan & Nayar 2001; Narasimhan & Nayar 2003; Narasimhan & Nayar 2003).

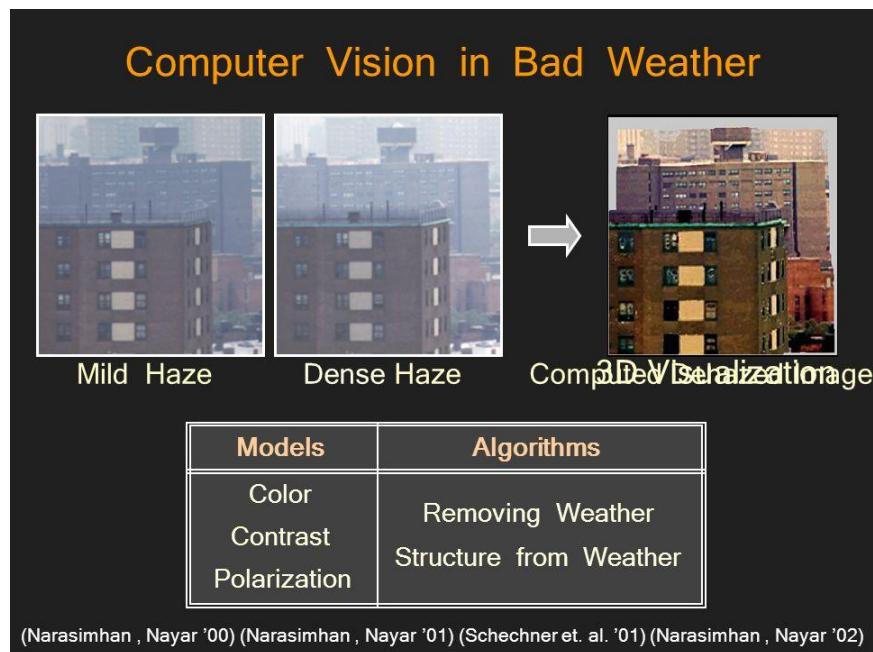


Rajah 1.3 Alat PM20 mudah alih

Sumber: www.tsi.com, 2018

Bagi mengenal pasti aras darjah penglihatan dengan lebih efektif maka beberapa langkah dalam disiplin visi komputer diselidik dan dirangka daripada proses pra pemprosesan, penyarian fitur dan juga pengelasan. Berdasarkan disiplin visi komputer, pembangunan model kepada analisis imej dapat memansuhkan partikel serakan dalam satu imej tunggal bagi proses pra pemprosesan imej. Pendapat ini disokong dengan terhasilnya idea dan algoritma daripada imej berpartikel serakan (Fattal 2008; Tan 2008; Tarel & Hautiere 2009; He et al. 2011). Maklumat yang diperoleh daripada proses menganalisis imej berpartikel serakan ini dapat dipetakan untuk pengelasan tahap pencemaran berasaskan darjah penglihatan seperti mana yang dicadangkan oleh Li dan rakan – rakan (2015), iaitu menggunakan pemetaan kedalaman dan matriks pemindahan (Li et al. 2015). Manakala Yu dan rakan – rakan (2013) pula mencadangkan pengekstrakan anggaran jarak penglihatan dan keamatan saluran gelap (Dark Channel Intensity) (Yu et al. 2013).

Menurut Narasimhan (2003), penggunaan kamera di lokasi luar bagi tujuan navigasi, pemantauan, pergerakan robot dan penderiaan jauh kadang kala hasil imej yang dicerap akan diganggu oleh jerebu dan kabus (Narasimhan & Nayar 2001; Narasimhan & Nayar 2003; Narasimhan & Nayar 2003). Rajah 1.4 merupakan contoh keadaan imej kamera luar bangunan yang terganggu oleh kesan jerebu menurut pemerhatian Narasimhan dan rakan-rakan.



Rajah 1.4 Contoh penggunaan kamera luar bangunan yang terganggu oleh jerebu

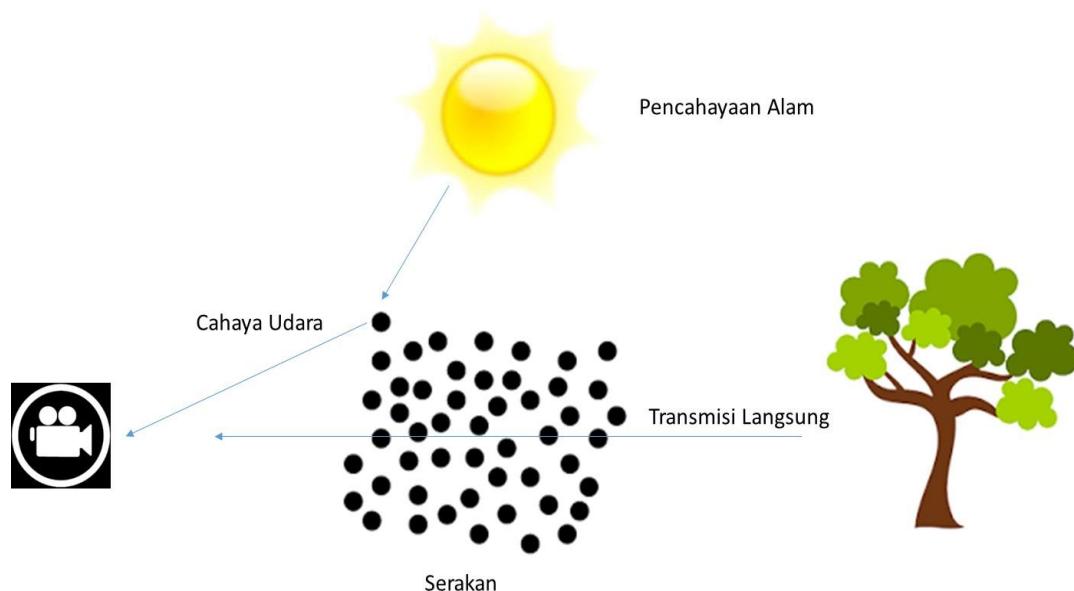
Sumber: (Narasimhan & Nayar 2001; Narasimhan & Nayar 2003; Narasimhan & Nayar 2003)

Kabus merupakan pergerakan rawak titisan air di dalam udara yang kebiasaannya wujud di awal pagi (Chen et al. 2009). Gangguan ini menyebabkan imej yang dicerap mengalami beza jelas yang rendah, kabur dan susah untuk mengenal pasti sasaran (Fattal 2008; Tan 2008; Chen et al. 2009; Tarel & Hautiere 2009).

Analisis terhadap imej berpartikel serakan ini dapat memulihkan kembali imej yang rosak akibat halangan partikel serakan semasa imej dicerap dan penggabungan pelbagai pengesan (*multi fusion sensory*). Bagi pengesan penglihatan, teknik yang digunakan dapat dikelaskan sebagai pendekatan maklumat tambahan, pendekatan pelbagai imej dan pendekatan satu imej tunggal. Manakala kaedah penggabungan pelbagai pengesan dapat dikelaskan seperti penggunaan polarisasi (*polarization*) dan pengimejan julat gerbang (Range-gated Imaging) (Koschmieder 1934; Tang et al. 2014).

Pemansuhan imej berpartikel serakan merupakan kaedah pemulihan imej yang dapat memulihkan gangguan partikel atmosfera yang menghalang pencerapan imej berkualiti. Partikel ini wujud di antara kamera dan objek. Menurut He (2011) yang merupakan pelopor kaedah Saluran Gelap (*Dark Channel Prior*) yang digunakan

semasa proses pemansuhan imej berpartikel serakan dalam satu imej, gangguan partikel ini dapat dimodelkan secara fizikal. Rajah 1.5 merupakan gambaran aktiviti imej yang mempunyai partikel serakan yang dimaksudkan oleh He berdasarkan model fizikal pencahayaan atmosfera (He et al. 2011).



Rajah 1.5 Model fizikal pencahayaan atmosfera

Maklumat umum yang berkaitan dalam visi komputer adalah formasi imej berjerebu ini dapat dimodelkan seperti dalam persamaan (1.1) :

$$I(x) = J(x) \cdot t(x) + A(1 - t(x)). \quad \dots(1.1)$$

dengan $I(x)$ merupakan keamatan (*Intensity*) yang dicerap, $J(x)$ merupakan seri suasana (*Scene Radiance*), A merupakan cahaya atmosfera sejagat, $t(x)$ merupakan transmisi yang menggambarkan kumpulan cahaya yang tidak terhalang dan dapat dicerap oleh kamera. Secara khususnya, $J(x) \cdot t(x)$ dikenali sebagai pengurangan langsung (*Direct Attenuation*) (Tan 2008) dan $A(1 - t(x))$ dikenali sebagai Cahaya Udara (*Air Light*) (Fattal 2013).

Selain pemulihan kembali imej rosak, berdasarkan analisis terhadap imej berjerebu dapat dianggarkan metrik penglihatan yang boleh dijadikan sebagai salah satu fitur dalam proses penyarian fitur. Menurut *International Commission on Illumination* (CIE), jarak maksimum penglihatan manusia tanpa sebarang bantuan untuk mengenal pasti objek merupakan jarak penglihatan semasa iaitu melebihi 1000m. Konsep penglihatan imej ini dapat menentukan keupayaan mengenal pasti objek oleh sistem penglihatan manusia berdasarkan kecerahan imej dan maklumat nilai pinggiran (Yu 2011).

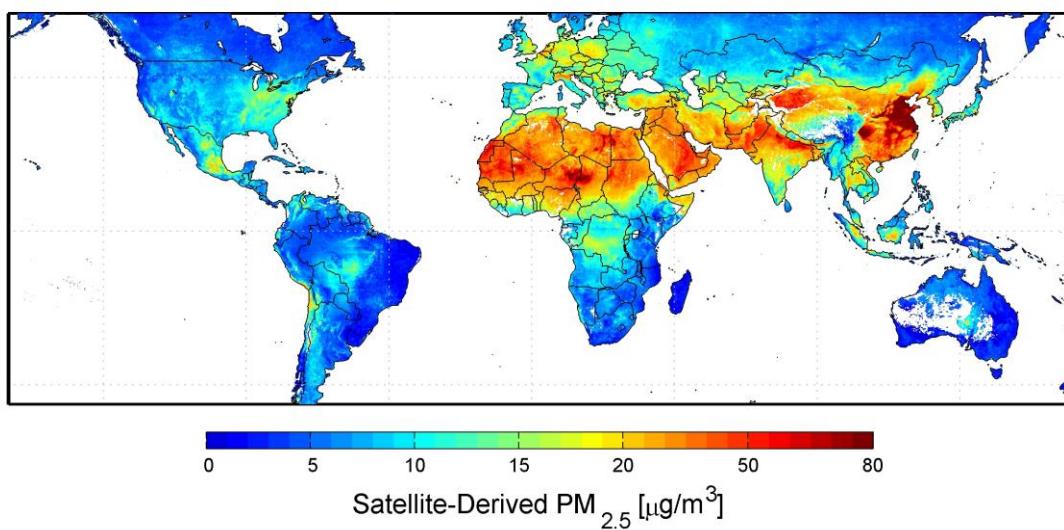
Selain itu, bagi melihat aspek suasana persekitaran maka penyarian fitur berkenaan aspek suasana diambil kira. Maklumat yang diperoleh daripada proses menganalisis imej berjerebu ini dapat dipetakan untuk pengelasan tahap kualiti udara berdasarkan suasana seperti mana yang dicadangkan oleh Li (2015) iaitu menggunakan pemetaan kedalaman dan matriks pemindahan. Manakala Yu (2011) pula mencadangkan pengekstrakan metrik penglihatan dan keamatan saluran gelap (*Dark Channel Intensity*). Selain itu, menurut Zhu dan Ming (2008) suasana bukan setakat mengambil kira aspek kedalaman, tekstur, dan bentuk malah warna juga memainkan peranan utama sebagai penunjuk keadaan suasana. Fitur warna boleh merangkumi histogram warna, warna dominan, dan analisis secara statistik warna. Dalam fitur warna terdapat cabaran dalam menentukan perbezaan imej yang berlainan tetapi mempunyai ciri-ciri histogram warna, warna dominan dan analisis statistik warna.

Penyarian fitur suasana terbahagi kepada 3 kategori utama iaitu fitur aras rendah atau dikenali sebagai fitur sejagat meliputi imej yang terdiri daripada warna, tekstur dan bentuk. Kategori seterusnya ialah fitur tempatan yang mewakili sebahagian kawasan tumpuan. Dan seterusnya ialah fitur inspirasi biologi yang mimik cara manusia melihat seperti perspektif, kedalaman, ketumpatan warna atau corak dan kecerunan bentuk (Borji dan Itti 2011). Penyarian fitur berdasarkan fitur aras rendah atau sejagat didapati menjadi kebiasaan bagi penyelidik memilih penyarian fitur bagi pengelasan imej suasana. Kelebihan penyarian fitur ini adalah kos komputeran yang rendah dan mampu menjadi fitur yang bagus untuk set data yang besar. Namun penyarian fitur ini akan menindih maklumat dan menjadikan penyarian fitur tidak

bermakna (Phan et al. 2010; Banerji et al. 2012). Bagi penyarian fitur bersifat setempat pula, tindakan hasilnya ralat yang rendah, efektif dalam membentuk semantik imej, sifat yang lebih kukuh, efektif dalam suasana berstruktur, menggunakan kernel yang efektif, dan sesuai dalam keadaan suasana statik dan dinamik. Namun, kelemahannya pula adalah kos komputeran yang mahal, mengabaikan bentuk tidak variasi, kompleks, dan memerlukan masa pemprosesan yang lama (Rooser dan Moosmann 2008; Borji dan Itti 2011; Raja et al. 2013; Shimazaki dan Nagao 2013; Rao et al. 2014; Mandala et al. 2014; Du dan Ling 2015; Zhang et al. 2015). Bagi penyarian fitur bersifat inspirasi biologi, kelebihannya ialah kadar pengecaman yang tinggi tanpa perlu mengimbas keseluruhan imej suasana dan stabil manakala kelemahannya ialah pengulangan kawasan yang sama sekiranya imej suasana dinamik digunakan (Borji dan Itti 2011). Justeru, penyarian fitur baharu yang lebih bersifat mimik penglihatan manusia bagi imej suasana statik dapat dirangka bagi menyokong dan mengisi ruang penyelidikan yang ditinggalkan oleh beliau.

1.4 KEPENTINGAN KAJIAN

Pemantauan aras darjah penglihatan amat diperlukan bagi sesuatu kawasan. Hal ini bertujuan bagi mengetahui aras darjah penglihatan pada persekitaran dalam kualiti yang sihat. Rajah 1.6 menunjukkan penggunaan indek pencemaran udara dalam pemantauan kualiti udara di seluruh dunia (World Health Organisation 2000; Massey e tal. 2009).



Rajah 1.6 Contoh bacaan indek pencemaran udara seluruh dunia menggunakan satelit kaji cuaca

Sumber: (Organization 2006)

Lazimnya, manusia mengetahui aras darjah penglihatan berdasarkan bacaan Indeks Pencemaran Udara (IPU) (Onkal-Engin 2003; Murena e tal. 2004; Lyndon dan Babcock 2012). Bacaan diperoleh daripada stesen dan peralatan mudah alih. Bagi peralatan mudah alih, individu tertentu perlu membuat bacaan di kawasan terlibat dan akan mendedahkan individu tersebut kepada bahan cemar. Selain itu, tidak semua individu awam mempunyai peralatan ini kerana pengendalian yang rumit dan kos yang mahal (Wang 2006; Penza et al. 2014). Selain itu, pengesan pintar yang dibangunkan oleh Postolache dan rakan-rakan (2009) menggunakan jaringan rangkaian tanpa wayar yang disambungkan bersama pengesan tin oksida dapat memberi maklumat kualiti udara. Namun, pengesan yang digunakan hanya sesuai untuk kawasan dalaman dan mempunyai ruang yang kecil dan juga memerlukan peralatan yang tidak semua individu mempunyainya.

Selain dari mengetahui tahap pencemaran udara atau perubahan iklim. Aras darjah penglihatan dapat diimplementasikan dalam sistem pemanduan yang selamat dapat mengurangkan kes kemalangan jalan raya. Salah satu faktor kemalangan adalah kurang daya penglihatan akibat jerebu dan kabus (Mukhopadyay 2015). Berdasarkan kajian Mukhopadyay (2015) dan Pavlic (2013) terdapat lebih 6,301,000 kenderaan terlibat dalam kemalangan jalan raya di Amerika Syarikat. Daripada jumlah itu,

hampir 1,511,000 kenderaan terlibat dalam kemalangan yang disebabkan kurang penglihatan ketika memandu. Umumnya, 7,130 orang mati dan lebih 629,000 orang cedera setiap tahun akibat kemalangan membabitkan faktor kurang penglihatan ketika memandu. Statistik yang dilaporkan adalah dari tahun 1995 hingga tahun 2008. Selain itu, laporan akhbar Berita Harian pada 7 November 2016 memetik berita yang dikeluarkan oleh Agensi melaporkan kejadian kemalangan di dunia akibat jerebu. Laporan akhbar menyatakan terdapat 15 orang maut dan 99 orang cedera akibat naas jalan raya ketika keadaan jerebu di China dan India. Di China terdapat 9 orang maut dan 43 orang cedera di sepanjang lebuh raya Shanghai. Bacaan stesen cuaca Shanghai melaporkan amaran jingga pada aras kedua tertinggi dalam sistem amaran cuaca di China. Hal ini bermakna penglihatan manusia pada waktu itu tidak sampai 200 meter. Manakala di India pula, dilaporkan berlaku kemalangan jalan raya di daerah Moga yang merupakan salah satu daerah Punjab akibat jerebu yang mengorbankan nyawa 6 orang mangsa dan 56 orang cedera. Bacaan stesen cuaca Moga melaporkan amaran merah iaitu tidak sampai 100 meter (Berita Harian 2016). Tambahan lagi, berita yang dilaporkan oleh Utusan melibatkan kemalangan jalan raya di jalan Kuantan-Segamat yang meragut nyawa 3 orang akibat jerebu dan kabus tebal membuktikan pemanduan yang selamat adalah dalam keadaan penglihatan yang jelas iaitu lebih 1000 meter. Akhbar Utusan melaporkan sumber bacaan IPU adalah mencecah 100 atau penglihatan tidak sampai 200 meter (Utusan 2015).

Justeru, satu alternatif bagi membantu manusia mengetahui darjah penglihatan bagi sesuatu kawasan berdasarkan suasana perlu dibangunkan dengan menggunakan peralatan yang murah dan mudah seperti penggunaan imej. Darjah penglihatan bergantung kepada aspek kualiti imej dari segi keupayaan melihat dan kualiti warna-warni.

1.5 PERMASALAHAN KAJIAN

Proses mendapatkan kajian yang baik dan teratur berdasarkan penelitian berdasarkan rujukan. Maka, hasil penelitian berdasarkan rujukan yang telah dibuat melalui kajian kesusasteraan dalam bab dua terdapat tiga isu-isu utama dan cabaran yang telah digariskan dan ditemui bagi mencapai matlamat kajian yang dijalankan. Ringkasan

permasalahan kajian ini memandu penyelidikan ini hingga tamat dengan jayanya. Isu-isu dan cabaran dalam proses penyelidikan yang diperolehi seperti mana yang diterangkan seperti berikut.

1.5.1 Isu-isu dan Cabaran Proses Pemansuhan Partikel Serakan

Proses pemansuhan partikel ini sangat mencabar kerana melibatkan aktiviti pantulan dan serapan antara cahaya dan partikel serakan. Hal ini kerana gabungan 2 komponen iaitu cahaya udara dan kemerosotan cahaya. Selain itu, aktiviti pemansuhan partikel serakan ini melibatkan lar dan kilau pada masa yang sama maklumat warna perlu dikekalkan dalam satu imej tunggal. Pemansuhan imej berjerebu sedia ada melakukan analisis bagi memulihkan kembali imej yang rosak akibat halangan partikel jerebu semasa imej dicerap (Liu 2015).

Kaedah penyelesaian secara peningkatan imej ini menggunakan imej asal dan dipertingkatkan kualiti imej berdasarkan kaedah penambahan ciri-ciri dalam struktur asal imej bagi meningkatkan kualiti imej. Kaedah ini mengubah secara keseluruhan kualiti warna imej yang diproses kepada nilai baru berdasarkan kaedah seperti penyamaan histogram yang menangani masalah beza jelas rendah (Wang & Ward 2007), penyusunan julat beza jelas yang seragam (Celik & Tjahjadi 2011), peningkatan beza jelas secara dinamik (Naik & Rout 2014) dan teori Retinex. Namun, kaedah penyamaan histogram ini dapat mencapai prestasi yang bagus dalam imej berskala kelabu tetapi kurang berkesan sekiranya imej berwarna. Selain itu, penyamaan histogram ini juga menyebabkan penambahan hingar berlaku dalam imej. Manakala Teori Retinex adalah kaedah untuk mencapai keteguhan warna. Pencahayaan imej sesuai untuk mencari melalui penapisan aras rendah yang menapis imej (Cooper & Baqai 2004). Zarah-zarah yang mempunyai ciri-ciri di tempat kejadian boleh dianggarkan dengan pengedaran Gaussian, butiran lanjut dibuang dalam pemprosesan penapis Gaussian dan menyebabkan persilangan warna (Xie et al. 2010). Namun, kaedah teori retinex ini mengakibatkan penokokan hingar dalam imej yang menyebabkan imej yang cerah menjadi gelap dan kos pengkomputeran meningkat kerana menggunakan dua lapisan penapis bagi setiap aras (Zhou & Zhou 2013; Yu et al. 2016).

Kaedah penyelesaian secara pemulihan beza jelas merupakan kaedah mengembalikan nilai keamatan atau kualiti warna dengan kaedah jangkaan keamatan dan kualiti warna sebelum imej yang diproses berlaku kerosakan atau hingar di dalam imej berkenaan (Lee et al. 2016). Kaedah yang digunakan seperti menjangkakan atau menganggar nilai sebelum keadaan berpartikel serakan berdasarkan pengetahuan awal, model fizikal dan juga pengoptimuman dan pembelajaran diselia (Lee et al. 2016).

Kaedah saluran gelap menyelesaikan masalah penganggaran pemindahan cahaya atmosfera menerusi saluran gelap dengan menganggarkan pemindahan peta kedalaman imej menggunakan tetingkap tempatan berdasarkan saluran gelap (He et al. 2011). Namun, sekiranya imej yang dicerap mengandungi kawasan langit yang cerah berkemungkinan pemulihan imej akan terganggu kerana warna pada langit adalah tidak homogenus atau seragam (Li et al. 2016; Li et al. 2017).

Bagi penepuan warna pula, kekaburuan yang dihadapi oleh kaedah pemansuhan partikel serakan imej tunggal, telah dipecahkan dengan mencari penyelesaian menggunakan analisis komponen merdeka bagi fungsi teduhan dan peta rawak Markov bagi peta transmisi (Fattal 2008). Namun, dalam keadaan imej yang mempunyai partikel serakan yang tebal dan tidak seragam. Imej ini kebiasaannya, mempunyai taburan warna yang sedikit. Hal ini mendorong kepada penghasilan warna imej yang pudar dan tidak konsisten serta penguatan warna yang melampau.

Manakala kaedah suasana pula, fungsi peralihan mencari balikkan ditentukan dengan meletakkan fungsi tambahan. Fungsi tambahan ini merupakan pelemahan warna asas sebelum mendapatkan kedalaman persekitaran (Zhu et al. 2013). Namun, kaedah ini kaedah ini mengakibatkan kekaburuan pada pinggir imej dan sekiranya tekaan bagi pekali linear ini berlaku ralat maka imej yang dihasilkan cenderung berpetak dan menghasilkan kesan halo.

Bagi kaedah model fizikal pula, pemulihan imej dengan kaedah ini mengandaikan setiap nilai kecerahan saluran merah, biru dan hijau dicerap bagi menentukan cahaya putih yang diandaikan sebagai cahaya atmosfera (Tan 2008). Namun, pemulihan menggunakan teknik ini terganggu sekiranya imej yang dicerap

mengandungi tona warna yang banyak dan tidak sekata dan mengandungi kesan halo. Kemudian dibaiki dengan penapis Wiener langkah pertama dan kedua bagi menapis tona warna yang tidak sekata (Gibson & Nguyen 2013). Namun hanya kesan halo sahaja yang dapat diperbaiki. Kemudian dibaiki dengan menggunakan penapis median (Tarel et al. 2012). Namun, kaedah ini gagal berfungsi sekiranya kawasan pinggir imej adalah terlalu kecil dan sukar menentukan kedalaman imej. Kemudian, Lan (2013) mencadangkan konsep gabungan kepada persamaan hingar dan kabur. Hal ini dapat mengelompokkan tona warna yang lebih sekata bagi mengurangkan kepelbagai tona warna. Namun imej yang dipulihkan akan kehilangan maklumat asal dan tona warna yang menurun.

Bagi kaedah pengoptimuman dan pembelajaran diselia pula, berdasarkan garis warna digunakan bagi menentukan penganggaran cahaya atmosfera dan juga penganggaran peta pemindahan (Fattal 2014). Beberapa tetingkap digunakan untuk mendapatkan persimpangan yang betul (Sulami et al. 2014). Selain itu, medan rawak Gaussian Markov (GMRF) digunakan untuk melakukan interpolasi imej (Cai et al. 2016). Namun, penganggaran cahaya atmosfera yang salah akan menyebabkan penguatan warna dalam imej berlaku menyebabkan ketepuan warna lampau dan imej menjadi kabur dan berpetak. Hal ini kerana pemulihan imej berkait rapat dengan cara dan mekanisma pengurangan kualiti imej berlaku pada setiap ruang kedalaman imej yang berbeza. Maka kaedah pemulihan imej lebih baik berbanding kaedah peningkatan imej bagi imej sebenar.

1.5.2 Isu-isu dan Cabaran Fitur Pengelompokan Warna

Fitur warna merupakan salah satu fitur tempatan yang kukuh (Chen et al. 2010). Fitur tempatan adalah pemilihan fitur yang jitu bagi mewakili ciri-ciri yang ada di dalam imej. Fitur yang bagus adalah fitur yang dapat mengekalkan jati ciri-ciri objek atau suasana yang dirujuk (Zhang et al. 2015). Antara ciri-ciri fitur warna yang digunakan kini adalah pemilihan ruang warna (Chen et al. 2009; Chen & Zhou 2015; Wu et al. 2016), histogram (Hafner et al. 1995; Patil & Kumar 2011; Sari et al. 2014), fungsi rujukan jadual (Liang & Chung 2016) dan pengelompokan warna (Li & Xiuhua 2016).

Pemilihan ruang warna amat kerap digunakan dalam proses pengelasan. Antara contoh ruang warna yang biasa digunakan ialah ruang warna RGB, ruang warna HSV (Chen et al. 2010), ruang warna HSI (Chen & Zhou 2015) dan ruang warna CIELAB (Wu et al. 2016). Namun, pertindihan maklumat imej diperolehi kerana imej sering mempunyai ruang warna yang sama walaupun imej yang berbeza. Selain itu, pertukaran antara ruang warna adalah tidak linear dan juga konsisten. Histogram adalah cara maklumat warna ditukarkan dalam bentuk histogram. Contoh penggunaan histogram adalah seperti histogram keamatan (Patil & Kumar 2011), dan momen warna (Sari et al. 2014). Namun, kaedah ini bukan berbentuk jati sekiranya terdapat banyak imej yang mempunyai histogram yang sama dan seakan-akan sama. Selain itu, kaedah ini tidak dapat membezakan imej yang mempunyai nilai saluran RGB yang berbeza tetapi mempunyai struktur nilai mean, nilai sisihan piawai, dan juga nilai kepencongan yang sama.

Manakala fungsi rujukan pula adalah bentuk hubung kait antara imej dan perkara yang dirujuk. Proses ini memahami hubung kait antara boleh ubah piksel. Kaedah yang biasa digunakan untuk ciri ini adalah olah asas iaitu membandingkan nilai antara piksel dan jadual warna. Selain itu, kaedah jarak pula digunakan untuk membandingkan nilai saluran yang yang dituju (Liang & Chung 2016). Namun, kaedah ini tidak dapat membezakan nilai fungsi vektor, $f(x)$ yang sama tetapi nilai saluran RGB yang berbeza.

Seterusnya kaedah pengelompokan warna. Kaedah ini dibahagikan kepada tiga bahagian, termasuk transformasi ruang warna RGB kepada HSV, penapisan kabur 10 bin, dan penapisan kabur sebanyak 24 bin. Namun, kaedah ini menjadikan pertindihan maklumat imej yang berbeza walaupun mempunyai ciri-ciri bin yang sama. Justeru, fitur warna perlu mengelakkan pertindihan maklumat yang sama walau menggunakan imej yang berbeza dan juga cukup mendiskriminasi pola warna setiap imej yang digunakan.

1.5.3 Isu-isu dan Cabaran Pengelasan Aras Darjah Penglihatan Suasana

Pengelasan aras darjah penglihatan suasana terbahagi kepada 3 kategori utama iaitu fitur aras rendah atau dikenali sebagai fitur sejagat meliputi imej yang terdiri daripada

warna, tekstur dan bentuk. Kategori seterusnya ialah fitur tempatan yang mewakili sebahagian kawasan tumpuan. Dan seterusnya ialah fitur inspirasi biologi yang mimik cara manusia melihat seperti perspektif, kedalaman, ketumpatan warna atau corak dan kecerunan bentuk (Borji dan Itti 2011). Penyarian fitur berdasarkan fitur aras rendah atau sejagat didapati menjadi kebiasaan bagi penyelidik memilih penyarian fitur bagi pengelas imej suasana. Kelebihan penyarian fitur ini adalah kos komputeran yang rendah dan mampu menjadi fitur yang bagus untuk set data yang besar. Namun penyarian fitur ini akan menindih maklumat dan menjadikan penyarian fitur tidak bermakna (Phan et al. 2010; Banerji et al. 2012).

Bagi penyarian fitur bersifat setempat pula, tindakan hasilnya ralat yang rendah, efektif dalam membentuk semantik imej, sifat yang lebih kukuh, efektif dalam suasana berstruktur, menggunakan kernel yang efektif, dan sesuai dalam keadaan suasana statik dan dinamik. Namun, kelemahannya pula adalah kos komputeran yang mahal, mengabaikan bentuk tidak variasi, kompleks, dan memerlukan masa pemprosesan yang lama (Rooser dan Moosmann 2008; Borji dan Itti 2011; Raja et al. 2013; Shimazaki dan Nagao 2013; Rao et al. 2014; Mandala et al. 2014; Du dan Ling 2015; Zhang et al. 2015).

Bagi penyarian fitur bersifat inspirasi biologi, kelebihannya ialah kadar pengecaman yang tinggi tanpa perlu mengimbas keseluruhan imej suasana dan stabil manakala kelemahannya ialah pengulangan kawasan yang sama sekiranya imej suasana dinamik. Bagi kaedah ini Borji dan Itti (2011) menggunakan penyarian fitur ini dalam imej suasana dinamik. Justeru, penyarian fitur baharu yang lebih bersifat mimik penglihatan manusia bagi imej suasana statik dan dinamik dapat dirangka bagi menyokong dan mengisi ruang penyelidikan yang ditinggalkan oleh beliau.

1.6 PERSOALAN KAJIAN

Bagi tujuan pengesahan kepada matlamat penyelidikan berikut merupakan persoalan kajian yang perlu dijawab di akhir kajian ini:

Q1 Adakah kaedah pemansuhan partikel serakan dapat dilaksanakan dengan pembetulan kesan pencahayaan lar?

Q2. Apakah penyarian fitur yang menyokong ketepatan pengelasan imej suasana yang mimik penglihatan manusia?

Q3. Adakah teknik pemansuhan partikel serakan, penganggaran JM dan corak matrik piksel warna dapat menganggarkan aras darjah penglihatan manusia?

1.7 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif utama kajian ini adalah mereka bentuk kerangka penganggaran tahap kualiti udara dalam satu imej. Secara khususnya, objektif kajian ini adalah:

- i. Mencadang dan menilai kaedah pemansuhan partikel serakan berasaskan pembetulan kesan pencahayaan persekitaran dan penganggaran julat melihat berasaskan ketumpatan relatif.
- ii. Mencadang dan menilai penyarian fitur warna menggunakan kaedah corak matrik piksel warna.

1.8 SKOP KAJIAN

Kajian ini terdapat beberapa perkara yang perlu dipertimbangkan dalam perlaksanaan eksperimen bagi tesis ini. Perkara – perkara tersebut ialah:

- i. Imej yang digunakan adalah imej tunggal sahaja.
- ii. Imej yang digunakan adalah daripada kamera biasa yang pegun (*Regular Stationary Still Camera*).

- iii. Imej yang diuji tidak mengandungi ralat peralatan.
- iv. Imej yang digunakan bebas kalibrasi kamera.
- v. Bagi kajian memansuhkan partikel serakan imej yang mengandungi partikel serakan berdasarkan satu imej tunggal berwarna sahaja. Andaian dibuat bahawa setiap piksel itu mengalami partikel serakan.
- vi. Bagi kajian JM pula, pengiraan nilai ambang menggunakan kaedah Otsu.
- vii. Bagi kajian penyarian fitur warna pula, model RAKNA hanya menggunakan saiz 3x2, 3x3 dan 3x5 sahaja kerana pada saiz 3x5 proses pengelasan telah matang.

1.9 ORGANISASI TESIS

Tesis adalah karya penulisan ilmiah rasmi yang dibuat oleh seorang maha siswa dalam menyelesaikan masalah. Tesis ini mencerminkan kemampuan yang berkaitan dalam penelitian dan pengembangan ilmu dalam salah satu bidang keilmuan. Maka tesis ini menerangkan dan menjelaskan berkenaan kerangka **Pengelasan Aras Darjah Penglihatan Menggunakan Pemansuhan Partikel Serakan dan Pengelompokan Warna.**

Dalam bab I menerangkan latar belakang kajian secara umum dan khusus. Kemudian menerangkan kepentingan kajian ini dilaksanakan. Seterusnya, olahan berkenaan masalah-masalah yang terdapat dalam kaedah penyelidikan yang berkaitan. Selepas itu, penerangan berkaitan persoalan kajian yang terdapat dalam setiap kaedah penyelesaian. Kemudian, penetapan objektif kajian secara keseluruhan kaedah penyelidikan berserta skop kajian ini dilaksanakan.

Dalam bab II pula mengumpulkan olahan maklumat daripada sorotan kesusasteraan. Dalam bab ini menerangkan perkaitan antara darjah penglihatan dan perubahan keadaan persekitaran. Kepentingan darjah penglihatan dalam kehidupan manusia. Kemudian penerangan berkenaan darjah penglihatan suasana. Selepas itu penerangan secara jelas berkenaan partikel serakan dan pengaruhnya dalam darjah penglihatan. Dalam bab ini juga menyenaraikan kaedah-kaedah penyelesaian yang

berkaitan dalam aktiviti pemansuhan partikel seran yang telah dilaksanakan oleh penyelidik-penyelidik yang lain. Kemudian penerangan berkenaan JM diterangkan dengan jelas. Selain itu, teori kerelatifan juga diterangkan dalam bab ini. Kemudian penerangan berkenaan penyarian fitur warna diterangkan dalam bab ini juga.

Seterusnya, dalam bab III pula, penerangan berkenaan metodologi kajian diterangkan bermula dalam fasa pemahaman teori dan masalah, fasa mengenal pasti prinsip rangka kerja, fasa melaksanakan prinsip rangka kerja, fasa eksperimen dan seterusnya fasa analisis eksperimen dan perbincangan. Dalam bab ini juga dijelaskan penggunaan set data yang berkaitan dan membolehkan proses kaedah penyelesaian dilaksanakan dengan jayanya. Seterusnya dalam bab ini juga menyenaraikan peralatan penilaian eksperimen yang terlibat bagi menguji tahap prestasi setiap kaedah penyelidikan yang diperolehi.

Dalam bab IV menerangkan berkaitan proses penerangan kaedah penyelidikan yang dicadangkan iaitu pemansuhan partikel serakan menggunakan kaedah pembetulan kesan pencahayaan persekitaran (*Transmitting Across of Line Image Brightness* atau TALIB). Dalam bab ini menerangkan berkenaan teori yang berkaitan penghasilan kaedah penyelesaian yang dicadangkan. Kemudian dalam ini juga menerangkan proses pembangunan kerangka pemansuhan partikel serakan ini. Contoh hasil kaedah penyelesaian yang dicadangkan dipaparkan dengan jelas dalam bab ini. Seterusnya, analisis prestasi kaedah penyelesaian yang dicadangkan dibandingkan dengan kaedah penyelidikan sedia ada.

Seterusnya dalam bab V merangkap berkenaan proses pembinaan penyarian fitur warna berasaskan corak matrik piksel warna atau dikenali sebagai RAKNA. Dalam bab ini menerangkan teori yang berkaitan berkenaan penyarian fitur warna. Kemudian proses pemerihalan penyarian fitur diterangkan. Seterusnya proses penyarian fitur yang berlaku dan akhirnya rangka kerja RAKNA yang dicadangkan terhasil. Dalam bab ini juga menerangkan analisa yang berkaitan dalam menguji kebolehan serta keupayaan RAKNA dalam kaedah penyelesaian.

Dalam bab VI pula menerangkan berkenaan proses penerangan kaedah penyelidikan yang dicadangkan iaitu JM berasaskan ketumpatan relatif cahaya

persekitaran (*Light Across Zone of Image* atau LAZIM). Selain itu penggunaan kaedah Otsu dalam penentuan latar depan dan belakang imej diterangkan berserta contoh yang berkaitan. Kemudian contoh pengiraan JM yang dicadangkan dijelaskan dalam bab ini. Dalam bab ini juga menerangkan analisa yang telah dilaksanakan bagi menguji prestasi dan keberkesanan model yang dicadangkan.

Dalam bab VII pula menerangkan pembinaan kerangka asas pembinaan pengelasan aras darjah penglihatan berasaskan pemansuhan partikel serakan, JM dan corak matrik piksel warna. Dalam bab ini juga menerangkan motivasi dan inspirasi penghasilan kerangka pengelasan bermula dalam proses pra pemprosesan, proses penyarian fitur dan proses pengelasan aras darjah penglihatan. Analisa berkaitan kerangka ini dijelaskan dalam bab ini juga.

Akhir sekali adalah bab VIII iaitu penerangan berkenaan rumusan keseluruhan kajian penyelidikan yang dihasilkan. Kemudian rumusan berkaitan keputusan kajian diterangkan. Dalam bab ini juga sumbangan kajian penyelidikan ini dijelaskan satu per satu. Seterusnya, cadangan penyelidikan akan datang juga diterangkan dalam bab ini.

BAB II

KAJIAN KESUSASTERAAN

2.1 PENGENALAN

Bab ini membincangkan proses bagi menyorot maklumat, memahami inti pengetahuan, mengolah maklumat, membezakan dan mensintesis segala ilmu pengetahuan yang diperolehi di sepanjang proses penyelidikan ini dijalankan. Perbincangan dalam bab ini lebih kepada memahami kaedah manusia mendapatkan maklumat berkenaan perubahan cuaca, kaedah mencerap ciri-ciri yang ada dalam suasana persekitaran, faktor-faktor yang menyebabkan hingar dalam pandangan pemerhati. Bab ini juga membincangkan maklumat khusus yang ada dalam proses memahami darjah penglihatan, kaedah-kaedah penyelesaian memansuhkan partikel serakan, kaedah penganggaran JM, penyarian fitur warna, dan penyarian fitur suasana persekitaran. Bahagian 2.2 membincangkan kepentingan pemantauan tahap pencemaran. Bahagian 2.3 pula membincangkan kaedah semasa pemantauan pencemaran. Dalam bahagian 2.4 pula membincangkan darjah penglihatan suasana dan perkaitannya dengan tahap pencemaran. Bahagian 2.5 pula membincangkan berkenaan partikel serakan. Seterusnya dalam bahagian 2.6 membincangkan berkenaan kaedah penyelesaian pemansuhan partikel serakan. Bahagian 2.7 adalah perbincangan berkenaan JM dan kaedah pengukuran JM. Seterusnya adalah bahagian 2.8 iaitu perbincangan berkenaan penyarian fitur suasana. Penyarian fitur warna pula dibincangkan dalam bahagian 2.9 dan rumusan bab ini dalam bahagian 2.10.

2.2 KEPENTINGAN PEMANTAUAN TAHAP PENCEMARAN BERASASKAN ARAS DARJAH PENGLIHATAN

Pencemaran udara adalah satu dari beberapa masalah kritikal alam sekitar yang dibincangkan hingga kini yang tidak dapat dielakkan. Perluasan kawasan perbandaran dan industri menyebabkan ketumpatan enapan bahan cemar di dalam udara semakin bertambah. Pengangkutan, kesesakan lalu-lintas, pemanasan rumah hijau, pembebasan udara sisa industri dan pembakaran terbuka adalah penyumbang kepada penambahan kuantiti gas bertoksik, enapan organik terampai, gas rumah hijau, partikel bebas, aerosol, dan debu di dalam udara. Menghirup udara tercemar ini secara kerap dan lama akan menyebabkan kerosakan dan terjejasnya kesihatan manusia (Penza et al. 2014).

Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) melaporkan pencemaran udara adalah sebahagian faktor utama yang menjaskan kesihatan manusia. Hal ini dapat menyebabkan masalah yang serius terhadap kulit, jangkitan mata, radang, sakit jantung, bronkitis, asma dan kanser paru-paru. Selain itu, masalah pencemaran udara ini antara penyebab utama kematian pra matang. Justeru, masalah pencemaran udara ini bukan sahaja memberikan kesan kepada kesihatan awam malah menyebabkan timbulnya terjejasnya alam sekitar seperti hujan asid, pendedahan cahaya radiasi, penipisan ozon dan pemanasan sejagat (Babcock Jr 1970; Organization 2006; Massey et al. 2009).

Kesimpulannya, pemantauan terhadap tahap pencemaran bukanlah suatu masalah yang perlu diambil mudah. Pembangunan alatan untuk penganggaran tahap pencemaran perlu dibangunkan agar kesihatan manusia terjamin dan berkualiti.

2.3 KAEADAH SEMASA PEMANTAUAN PENCEMARAN

2.3.1 Bacaan Indek Pencemaran Udara

Secara umumnya manusia memantau tahap kualiti udara berdasarkan bacaan indeks pencemaran udara(IPU). Bacaan IPU ini berasaskan persamaan (2.1) berikut:

...(2.1)

$$\text{Indeks Pencemaran Udara (IPU)} = \frac{\text{Aras Pencemaran Semasa}}{\text{Aras Pencemaran Piawai}} \times 100.$$

Aras pencemaran semasa merupakan hasil tambah ketumpatan Karbon dioksida, ketumpatan Nitrogen, ketumpatan Ozon, ketumpatan Sulfur dioksida, dan Partikel bebas bersaiz 10 mikron atau 2.5 mikron atau 1 mikron. Manakala aras pencemaran piawai adalah hasil tambah ketumpatan Karbon dioksida (8 ppm), ketumpatan Nitrogen (100 ppb), ketumpatan Ozon (90 ppb), ketumpatan Sulfur dioksida (130 ppb) dan partikel bebas bersaiz 10 mikron ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) atau 2.5 mikron ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) atau 1 mikron ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$)(Murena 2004; Onkal-Engin et al. 2004; Wang et al. 2006; Penza et al. 2014).

Tahap pencemaran ini dipecahkan kepada 5 kategori dengan mewakilkan warna untuk memudahkan komunikasi antara penduduk awam. Warna ini melambangkan tahap risiko kesihatan manusia terhadap kualiti udara. Warna biru melambangkan kualiti udara yang sangat bersih (bacaan ipu 0-33), warna hijau pula udara bersih (bacaan ipu 34-66), warna kuning pula kualiti udara sedikit tercemar (bacaan ipu 67-99), warna merah pula kualiti udara tercemar (bacaan ipu 100-150) dan warna ungu pula mewakili kualiti udara yang sangat tercemar (bacaan ipu melebihi 150) (Penza et al. 2014). Jadual 2.1 menunjukkan indek pencemaran udara piawai yang diguna pakai di seluruh dunia.

Jadual 2.1 Indek Pencemaran Udara Piawai

Indeks Pencemaran Udara	Aras Kesihatan Udara	Warna Piawai
0-33	Udara sangat bersih (cemerlang)	Biru
34-66	Udara bersih (baik)	Hijau
67-99	Udara sedikit tercemar (sederhana)	Kuning
100-150	Udara tercemar (buruk)	Merah
>150	Udara sangat tercemar (bahaya)	Unggu

Sumber: Dipetik dan diolah dalam bahasa melayu seperti (Penza et al. 2014)

Pemantauan dan kawalan tahap pencemaran sangat penting dalam menerapkan strategi dan kesedaran terhadap alam sekitar kepada penduduk awam. Beberapa teknik digunakan dalam menganggar tahap pencemaran. Teknologi yang sedia ada seperti stesen pemantauan kualiti udara, peralatan mudah alih pemantauan kualiti udara sangat mahal dan membebankan. Pemantauan ini berasaskan bacaan dan analisis bahan kimia di dalam stesen yang kos pengendaliannya tinggi dan kadar bacaannya yang tepat (Wang 2006; Kelly et al. 2012; Penza 2014). Selain itu, ada penyelidikan lain yang menggunakan pengesan pintar yang dapat memantau bahan cemar dengan kos yang murah berasaskan kesensitifan logam timah. Namun, tahap kualiti udara hanya dapat memantau kawasan dalaman (Penza et al. 2014). Jadual 2.2 adalah perbandingan teknik pemantauan pencemaran udara.

Jadual 2.2 Perbandingan Teknik Pemantauan Pencemaran Udara

Penyelidik	Teknik	Kelemahan	Kekuatan
Murena 2004	Pengesan dalam stesen alam sekitar	Kos mahal, statik, pengendalian pakar	Ketepatan tinggi
Onkal-Engin et al. 2004	Pengesan dalam stesen alam sekitar	Kos mahal, statik, pengendalian pakar	Ketepatan tinggi
Wang et al. 2006	Pengesan dalam stesen alam sekitar	Kos mahal, statik, pengendalian pakar	Ketepatan tinggi
Massey et al. 2009	Pengesan partikel bebas mudah alih	Ketepatan kurang, kos mahal	Mudah alih, pengendalian mudah dan fleksibel
Postolache et al. 2009	Pengesan pintar menggunakan sensitiviti logam timah	Ketepatan kurang, sesuai untuk kawasan dalaman sahaja	Kos murah, mudah alih, bacaan indeks secara sejagat
Lydon dan Babcock 2012	Pengesan dalam stesen alam sekitar dan pengesan radiasi	Kos mahal, pengendalian pakar, statik	Ketepatan tinggi
Penza et al. 2014	Pengesan elektrokimia kos rendah mudah alih	Tiada bacaan partikel untuk PM 2.5 dan PM 1, Ketepatan rendah. Pengesan perlu dihubungkan dengan rangkaian internet	Kos murah, mudah alih, bacaan indeks secara sejagat
Li et al. 2015	Pengesan penglihatan berdasarkan anggaran transmisi dan anggaran kedalaman penglihatan	Ketepatan kurang, bacaan bukan dalam bentuk indeks pencemaran udara piawai	Mudah alih, maklumat kualiti udara berdasarkan imej, kos rendah

2.3.2 Penganggaran Tahap Pencemaran Berasaskan Aras Darjah Penglihatan

Selain menggunakan kaedah pengesan, penyelidik sebelum ini telah mencadangkan penggunaan imej berpartikel serakan sebagai pengesan visi (Roser & Moosmann 2008). Algoritma yang dibangunkan digunakan dalam sistem pembantu pemandu. Beliau mencadangkan penyarian fitur bagi mengelaskan suasana cuaca sama ada kering, hujan renyai dan hujan lebat terdiri daripada beza jelas dan kecerahan minimum, ketajaman, dan fitur warna. Selain itu, penyelidik Mao dan rakan-rakan (2014) mencadangkan faktor aras sebagai penyarian fitur bagi pengelasan tahap kualiti udara sama ada bersih, nipis, biasa, sedikit tercemar, tercemar dan sangat tercemar (Mao et al. 2014).

Bagi penyelidik Yu dan rakan – rakan (2011), mengelaskan imej berjerebu dan tidak berjerebu. Beliau mencadangkan penyarian fitur menggunakan imej penglihatan (segmentasi pinggir nampak dan ukuran penglihatan imej), keamatan saluran gelap imej dan statistik ukuran visi beza jelas. Manakala Li dan rakan–rakan (2015) pula mengelaskan imej kepada bersih, nipis dan tebal dengan menggunakan penyarian fitur anggaran transmisi dan anggaran kedalaman. Kelebihan dan kekurangan setiap penyelidik seperti diterangkan dalam jadual 2.3.

Jadual 2.3 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Kaedah Pengelasan Aras Darjah Penglihatan Suasana

Penyelidik	Teknik	Kelebihan	Kelemahan
Roser dan Moosman (2008)	Kelas <ul style="list-style-type: none"> - Kering, hujan renyai, hujan lebat Penyarian fitur <ul style="list-style-type: none"> - Beza jelas dan kecerahan minimum - Ketajaman - Fitur warna Enjin latihan <ul style="list-style-type: none"> - Mesin sokongan vektor 	Aras kesalahan yang kurang	Perlu aturan secara spesifik Kos komputer tinggi
Mao dan rakan – rakan (2014)	Kelas <ul style="list-style-type: none"> - bersih, nipis, biasa, sedikit tercemar, tercemar dan sangat tercemar Penyarian fitur <ul style="list-style-type: none"> - Anggaran faktor aras jerebu Enjin Latihan <ul style="list-style-type: none"> - Statistik 	Pantas dan kos efektif	Tidak berfungsi terhadap imej cahaya monokrom
Yu dan rakan – rakan (2011)	Kelas <ul style="list-style-type: none"> - Berjerebu dan tidak berjerebu Penyarian fitur <ul style="list-style-type: none"> - Imej Penglihatan (segmentasi pinggir nampak dan ukuran penglihatan imej) - Keamatan saluran gelap imej 	Ketepatan tinggi	Hanya ada 2 jenis kelas

bersambung...

...sambungan	<ul style="list-style-type: none"> - Statistik ukuran visi beza jelas 												
	<p>Enjin latihan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mesin sokongan vektor 												
	<p>Li dan rakan – rakan (2015)</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top; padding-right: 10px;">Kelas</td><td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> - Bersih, nipis dan tebal </td><td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> Mudah digunakan dengan hanya satu imej dan atas talian </td><td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> Masa prestasi yang lambat </td></tr> <tr> <td></td><td style="vertical-align: top;"> <p>Penyarian fitur</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anggaran transmisi - Anggaran kedalaman </td><td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> Imej dan atas talian </td><td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> Masih mengandungi ralat </td></tr> <tr> <td></td><td style="vertical-align: top;"> <p>Enjin Latihan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lapangan Neural </td><td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> konvolusi dalam </td><td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> Faktor skala yang besar dalam pemantauan </td></tr> </table>	Kelas	<ul style="list-style-type: none"> - Bersih, nipis dan tebal 	<ul style="list-style-type: none"> Mudah digunakan dengan hanya satu imej dan atas talian 	<ul style="list-style-type: none"> Masa prestasi yang lambat 		<p>Penyarian fitur</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anggaran transmisi - Anggaran kedalaman 	<ul style="list-style-type: none"> Imej dan atas talian 	<ul style="list-style-type: none"> Masih mengandungi ralat 		<p>Enjin Latihan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lapangan Neural 	<ul style="list-style-type: none"> konvolusi dalam 	<ul style="list-style-type: none"> Faktor skala yang besar dalam pemantauan
Kelas	<ul style="list-style-type: none"> - Bersih, nipis dan tebal 	<ul style="list-style-type: none"> Mudah digunakan dengan hanya satu imej dan atas talian 	<ul style="list-style-type: none"> Masa prestasi yang lambat 										
	<p>Penyarian fitur</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anggaran transmisi - Anggaran kedalaman 	<ul style="list-style-type: none"> Imej dan atas talian 	<ul style="list-style-type: none"> Masih mengandungi ralat 										
	<p>Enjin Latihan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lapangan Neural 	<ul style="list-style-type: none"> konvolusi dalam 	<ul style="list-style-type: none"> Faktor skala yang besar dalam pemantauan 										

2.4 DARJAH PENGLIHATAN SUASANA

Darjah penglihatan adalah pengukuran tahap keupayaan melihat antara pemerhati dan suasana (Narasimhan & Nayar 2001; Narasimhan & Nayar 2003). Rajah 2.1 merupakan contoh proses penentuan darjah penglihatan menggunakan dua imej suasana. Imej (*a*) merupakan imej awal yang dicerap oleh pemerhati dalam keadaan berpartikel serakan. Seterusnya, setelah satu jam dari masa imej awal dicerap maka imej kedua dicerap seperti dalam keadaan (*b*). Langkah-langkah yang perlu dipatuhi dalam proses ini seperti berikut:

1. Langkah 1: Andaian dibuat bahawa keadaan dua imej mempunyai aras kecerahan yang berbeza dan kedudukan pemerhati dan objek adalah sama dalam dua imej berbeza maka persamaan (2.2), (2.3) dan (2.4) berikut dipatuhi.

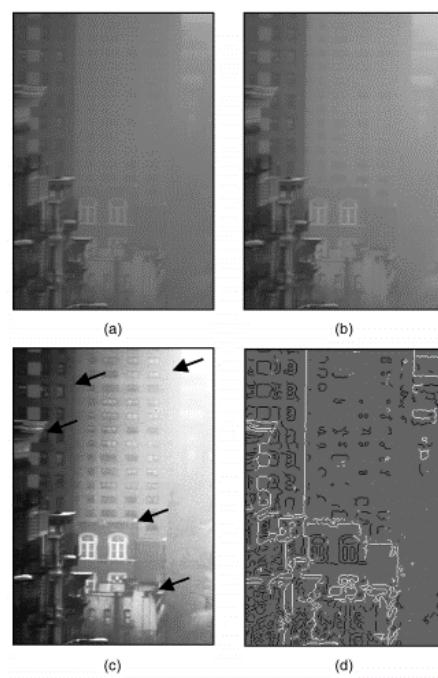
$$E_1 = I_{\infty 1} \rho e^{-\beta_1 d} + I_{\infty 1} (1 - e^{-\beta_1 d}), \quad \dots(2.2)$$

$$E_2 = I_{\infty 2} \rho e^{-\beta_2 d} + I_{\infty 2} (1 - e^{-\beta_2 d}), \quad \dots(2.3)$$

$$(\beta_2 - \beta_1)d = -\ln \frac{I_{\infty 2} - E_2}{I_{\infty 1} - E_1} - \ln \frac{I_{\infty 2}}{I_{\infty 1}}. \quad \dots(2.4)$$

Huraian kepada persamaan ini adalah E_1 dan E_2 merupakan kecerahan dua imej iaitu imej awal dan imej sejam selepas imej awal. $I_{\infty 1}$ dan $I_{\infty 2}$ pula merupakan nilai pemalar keamatan cahaya persekitaran. Nilai pemalar ini adalah sama dan diandaikan sebagai nilai 1. ρ adalah nilai pantulan warna objek. β_2 dan β_1 adalah pekali malap dua imej berbeza. d adalah jarak antara pemerhati dan objek.

2. Imej awal dicerap dan nilai kecerahan setiap piksel imej awal disukat (E_1) Kemudian, imej kedua dicerap sejam selepas imej awal dicerap dan nilai kecerahan imej kedua disukat (E_2). Hasil nilai kecerahan E_2 ditolak dengan E_1 maka imej dalam (c) terhasil.
3. Kemudian, daripada persamaan (2.2) dan (2.3) maka darjah penglihatan ditentukan seperti dalam (d) menggunakan persamaan (2.4).

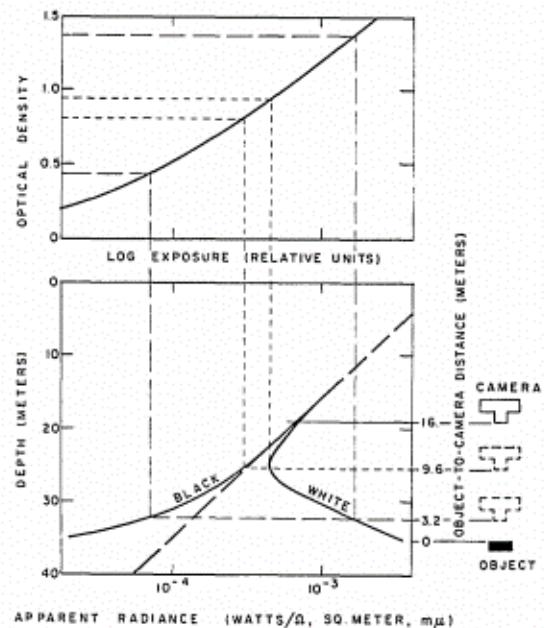


Rajah 2.1 Pengelasan imej darjah penglihatan berdasarkan dua keadaan imej. (a) Imej berpartikel serakan awal (b) Imej berpartikel serakan sejam selepas imej awal dicerap (c) Kedudukan pinggir beza jelas yang ketara antara dua imej yang ditunjukkan dengan anak panah (d) Pinggir yang terhasil setelah proses pengiraan beza magnitud antara dua imej (a) dan (b)

Sumber:(Narasimhan & Nayar 2003)

Darjah penglihatan ini dipengaruhi oleh jumlah halangan di sepanjang garis lurus pandangan pemerhati (Tan 2008). Partikel serakan merupakan sebahagian daripada halangan yang berlaku apabila seorang pemerhati itu melihat (Koschmieder 1934). Selain itu, pembelauan cahaya di antara objek sekeliling juga mempengaruhi tahap keupayaan penglihatan ini (Duntley 1948; Duntley 1963). Darjah penglihatan ini mempengaruhi banyak aplikasi pemantauan seperti aliran trafik, pemanduan pintar, panduan pelayaran kapal, dan persekitaran selamat laluan penerbangan (Hautière et al. 2007). Maka, darjah penglihatan ini berkait rapat dengan tahap pencemaran udara dan juga keadaan cuaca persekitaran.

Aras darjah penglihatan yang kurang adalah masalah utama dalam aplikasi. Proses pengecaman dan mengenal pasti objek dan suasana menjadi kurang efektif. Hal ini kerana terdapatnya partikel serakan. Kehadiran partikel serakan ini menyebabkan penyerapan dan pemantulan cahaya berlaku (Hautière et al. 2007; Tan 2008). Umumnya, proses pantulan dan penyerapan cahaya ini dapat difahami gabungan fungsi linear pemalapan cahaya langsung dan cahaya persekitaran. Selain itu, kedudukan objek juga memainkan peranan dalam darjah penglihatan. Semakin jauh objek itu daripada pemerhati, kualiti warna bagi objek itu semakin menurun dan menghampiri warna hitam yang gelap (Duntley 1948; Duntley 1963). Rajah 2.2 merupakan hasil eksperimen Dunley yang menunjukkan hubungan jarak pemerhati dari objek yang dilihat.



Rajah 2.2 Hasil eksperimen hubungan jarak pemerhati dan objek

Sumber:(Duntley 1948)

2.5 PENGELASAN ARAS DARJAH PENGLIHATAN SUASANA

Visi mesin dapat menukar maklumat yang dicerap melalui imej kepada maklumat binari seperti manusia melihat. Imej suasana merupakan salah satu imej yang dicerap melalui alatan seperti kamera digital (Cheriyadat 2014). Terdapat dua jenis suasana iaitu suasana statik dan suasana dinamik (Du & Ling 2015). Analisis suasana imej telah dikaji sejak tahun 1977 oleh Riseman dan Arbib. Beliau memanipulasikan maklumat ruang warna dalam saluran RGB dan HSI bagi mengelaskan suasana berdasarkan pembentukan sempadan dan juga pembentukan kawasan. Teknik ini hanya dapat digunakan sekiranya imej suasana bersifat homogen. Pada tahun 1992 pula Atick dan Redlich memperkenalkan pengelasan suasana berdasarkan nyah hubung kait ketidakhadiran hingar, kenampakan hingar dan pengamiran penapis Low-Pass. Kelemahan teknik ini masih tidak dapat mengenal pasti dan mengelaskan suasana bersifat heterogen.

Umumnya, imej suasana bersifat homogen iaitu kecerahan, dan bersifat heterogen iaitu objek atau pun tekstur yang wujud di dalam suasana (Li 2015; Yu 2011). Selain itu, suasana juga boleh dikategorikan sebagai statik dan juga dinamik (Du & Ling 2015). Tambahan lagi, suasana statik melibatkan suasana semula jadi dan juga buatan manusia (Shi et al. 2015).

Bagi mengelaskan darjah penglihatan suasana, terdapat tiga langkah utama yang perlu diikuti iaitu persediaan pengelas, latihan terhadap imej dan pengujian terhadap imej (Cheriyadat 2014). Dalam melatih imej suasana terdapat tiga kategori utama fitur iaitu fitur aras rendah atau dikenali sebagai fitur sejagat meliputi imej yang terdiri daripada warna, tekstur dan bentuk. Kategori seterusnya ialah fitur tempatan yang mewakili sebahagian kawasan tumpuan. Dan seterusnya ialah fitur inspirasi biologi yang memimikkan cara manusia melihat seperti perspektif, kedalaman, ketumpatan warna atau corak dan kecerunan bentuk (Borji dan Itti 2011).

2.6 KESAN DARI ARAS DARJAH PENGLIHATAN YANG LEMAH

Umumnya kita sebagai manusia dapat melihat objek atau pemandangan di hadapan kita menerusi bahan perantara iaitu udara dan cahaya. Kebiasaannya kita dapat melihat pemandangan atau objek dengan jelas pada waktu terang dan cerah kerana cahaya yang melalui udara kepada mata kita tidak mengalami pembiasan cahaya. Ketika penglihatan manusia melihat objek atau pemandangan yang jauh mengalami kekaburan, hal ini disebabkan cahaya atmosfera yang dibalikkan dari objek atau pemandangan yang dilihat mengalami pembiasan oleh partikel air dan partikel serakan di ruang atmosfera (Anwar & Khosla 2017).

Sistem pemanduan yang selamat dapat mengurangkan kes kemalangan jalan raya. Salah satu faktor kemalangan adalah kurang daya penglihatan akibat jerebu dan kabus (Mukhopadyay 2015). Berdasarkan kajian Mukhopadyay (2015) dan Pavlic (2013) terdapat lebih 6,301,000 kenderaan terlibat dalam kemalangan jalan raya di Amerika Syarikat. Daripada jumlah itu, hampir 1,511,000 kenderaan terlibat dalam kemalangan yang disebabkan kurang penglihatan ketika memandu. Umumnya, 7,130 orang mati dan lebih 629,000 orang cedera setiap tahun akibat kemalangan membabitkan faktor kurang penglihatan ketika memandu. Statistik yang dilaporkan

adalah dari tahun 1995 hingga tahun 2008. Selain itu, laporan akhbar Berita Harian pada 7 November 2016 memetik berita yang dikeluarkan oleh Agensi melaporkan kejadian kemalangan di dunia akibat jerebu. Laporan akhbar menyatakan terdapat 15 orang maut dan 99 orang cedera akibat nahas jalan raya ketika keadaan jerebu di China dan India. Di China terdapat 9 orang maut dan 43 orang cedera di sepanjang lebuh raya Shanghai. Bacaan stesen cuaca Shanghai melaporkan amaran jingga pada aras kedua tertinggi dalam sistem amaran cuaca di China. Hal ini bermakna penglihatan manusia pada waktu itu tidak sampai 200 meter. Manakala di India pula, dilaporkan berlaku kemalangan jalan raya di daerah Moga yang merupakan salah satu daerah Punjab akibat jerebu yang mengorbankan nyawa 6 orang mangsa dan 56 orang cedera. Bacaan stesen cuaca Moga melaporkan amaran merah iaitu tidak sampai 100 meter (Berita Harian 2016). Tambahan lagi, berita yang dilaporkan oleh Utusan melibatkan kemalangan jalan raya di jalan Kuantan-Segamat yang meragut nyawa 3 orang akibat jerebu dan kabus tebal membuktikan pemanduan yang selamat adalah dalam keadaan penglihatan yang jelas iaitu lebih 1000 meter. Akhbar Utusan melaporkan sumber bacaan IPU adalah mencecah 100 atau penglihatan tidak sampai 200 meter (Utusan 2015).

2.7 PARTIKEL SERAKAN

Partikel serakan biasanya wujud apabila berlaku perubahan cuaca. Partikel serakan ini wujud disebabkan kehadiran partikel-partikel di udara yang mempengaruhi penglihatan ketika perubahan cuaca. Jenis dan saiz partikel ini memainkan peranan dalam keadaan cuaca yang berbeza (Tan 2008). Saiz dan jenis partikel ini dirujuk seperti Jadual 2.4 di bawah:

Jadual 2.4 Maklumat Jenis dan Saiz Partikel serakan

Keadaan Cuaca	Jenis Partikel	Saiz (μm)
Udara	Molekul	10^{-4}
Jerebu	Aerosol	$10^{-2} \sim 1$
Kabus	Titisan air	$1 \sim 10$
Awan	Titisan air	$1 \sim 10$
Hujan	Titisan air	$10^2 \sim 10^4$

Sumber: (Tripathi & Mukhopadhyay 2012)

Apabila saiz partikel ini sangat seni maka partikel ini akan terampai di udara dalam keadaan yang statik. Contoh partikel yang sangat seni ini adalah kabus, jerebu dan embun. Jerebu adalah ampaian dalam bentuk semburan yang terperangkap di dalam lingkungan gas di udara. Jerebu adalah sangat seni dari kabus dan besar sedikit dari molekul udara. Jerebu biasanya wujud ketika wujudnya habuk dan asap di udara yang mengakibatkan sedikit berwarna perang cair dan seolah-olah berawan (Koschmieder 1934; Narasimhan & Nayar 2001; Narasimhan & Nayar 2003; Narasimhan & Nayar 2003; Roser & Moosmann 2008; Tan 2008; Huang et al. 2014; Luzón-González et al. 2015).

Dalam keadaan cuaca tertentu apabila berlakunya kejadian habuk dan asap ini tidak bergerak bebas. Maka kebarangkalian wujudnya keadaan jerebu ini sangat tinggi di persekitaran yang rendah. Akibatnya, manusia memerlukan alatan tambahan bagi melihat kerana kesukaran menentukan objek yang diperhatikan (Tripathi & Mukhopadhyay 2012). Selain itu, beza jelas penglihatan manusia semakin berkurang dan kesan cahayaserakan pun terjadi menerusi partikel serakan jerebu ini. Kabus juga berlaku apabila habuk dan asap di udara yang terampai menjadi berat dan jatuh ke bumi akibat menyerapi partikel air di udara. Namun fenomena ini berlaku sangat pantas kerana titisan air yang tinggal menjadi embun. Kesimpulannya, JM manusia menjadi kurang akibat kehadiran unsur partikel serakan ini iaitu jerebu dan kabus.

Ketika kejadian semburan air berlaku maka manusia akan melihat seolah-olah berlakunya keadaan cuaca embun dan ketika semburan yang pantas akan berlakunya keadaan kabus. Apabila titisan air ini bergabung bersama habuk dan asap di udara maka JM manusia semakin berkurang. Fenomena ini disebabkan sumber cahaya utama dari matahari telah dipantulkan dan diserap oleh partikel serakan ini (Tan 2008). Sumber cahaya ini bergerak secara dari pelbagai arah dan nilai keamatan bergantung jarak sumber cahaya dan objek. JM manusia normal tanpa bantuan kaca mata adalah 1000 meter (Tarel et al. 2012). Beza jelas juga semakin berkurang dan ketara apabila kesan pencahayaan daripada sumber cahaya ini semakin berkurang. Keupayaan penglihatan manusia ketika ini bergantung kepada JM dan nilai beza jelas ketika keadaan cerah dan berseri adalah 0.05 (Duntley 1963). Maka, fenomena ini menyebabkan imej yang dicerap menjadi kabur dan mengandungi hingar. Umumnya,

pengetahuan asas persamaan yang wujud di dalam fenomena ini adalah seperti persamaan (2.5) dan (2.6) berikut:

- Hukum Koschmieder (Koschmieder 1934)

$$I_1 = I_0 * e^{-kd} + A * (1 - e^{-kd}). \quad \dots(2.5)$$

- Hukum Duntley (Duntley 1948)

$$C_1 = C_0 * e^{-kd}. \quad \dots(2.6)$$

Huraian bagi persamaan ini adalah I_1 adalah nilai keamatan semasa dan I_0 adalah nilai keamatan sebelum. k adalah pekali malap, d adalah JM, A pemalar sumber cahaya persekitaran dan C_1 dan C_0 adalah beza jelas semasa dan sebelum aktiviti.

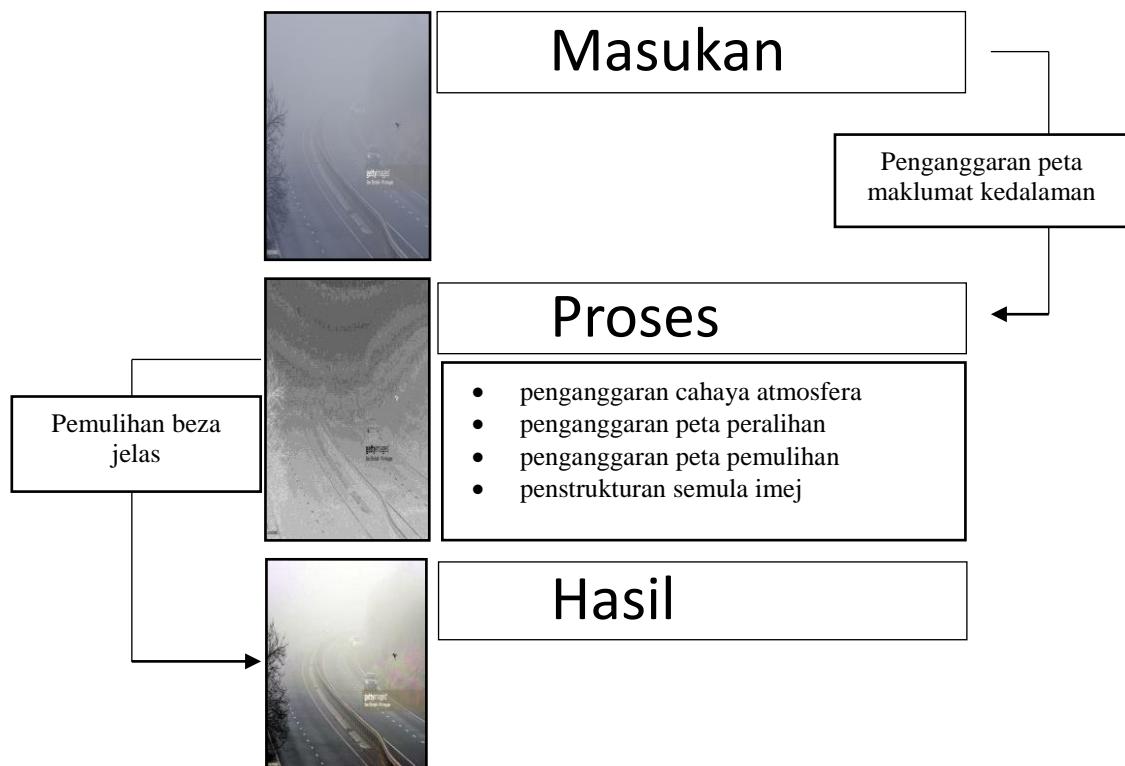
2.8 PEMANSUHAN PARTIKEL SERAKAN DALAM IMEJ TUNGGAL

Bagi proses pemansuhan partikel ini sangat mencabar kerana melibatkan aktiviti pantulan dan serapan antara cahaya dan partikel serakan. Maka, imej berpartikel serakan adalah gabungan 2 komponen iaitu cahaya udara dan kemerosotan cahaya. Selain itu, aktiviti pemansuhan partikel serakan ini menjadi mencabar apabila melibatkan lar dan kilau pada masa yang sama maklumat warna dikekalkan (Duntley 1963; Tan 2008; Gibson et al. 2012). Imej berpartikel serakan amat sukar untuk dilihat di dalam pemantauan video, aktiviti menelusur dan melayari. Cahaya atmosfera dan pembalikan cahaya terganggu oleh masalah ini yang dapat merosakkan dan menurunkan kualiti imej. Secara umumnya boleh diterjemahkan seperti persamaan (2.7) berikut:

$$\dots(2.7)$$

Imej berpartikel serakan = Kemerosotan cahaya langsung + Cahaya udara.

Asas kepada konsep ini pelbagai teknik pemulihan imej berpartikel serakan dibangunkan. Model kerangka umum proses pemansuhan partikel serakan ini adalah seperti Rajah 2.3. Teknik yang digunakan boleh dibahagikan kepada 2 iaitu berdasarkan pendekatan pengesan penglihatan dan penggabungan pelbagai pengesan. Berdasarkan pengesan penglihatan, teknik pemansuhan imej berpartikel serakan boleh dibahagikan kepada 2 iaitu imej pelbagai dan satu imej. Bagi pendekatan satu imej pula boleh dibahagikan kepada 2 kelompok kaedah penyelesaian iaitu kaedah penyelesaian secara peningkatan imej dan kaedah penyelesaian secara pemulihan beza jelas. Dalam kelompok kaedah penyelesaian secara pemulihan beza jelas terdapat 3 kategori iaitu pendekatan pengetahuan awal, model fizikal, dan pengoptimuman serta pembelajaran diselia. Secara umumnya kaedah penyelesaian mengambil kira langkah utama pemansuhan partikel seperti penganggaran cahaya atmosfera, penganggaran peta peralihan, penganggaran peta pemulihan dan penstrukturkan semula imej (Wang & Yuan 2017).



Rajah 2.3 Kerangka pemansuhan partikel serakan

2.8.1 Kaedah Penyelesaian Secara Peningkatan Beza Jelas

Kaedah penyelesaian secara peningkatan beza jelas ini menggunakan imej asal dan dipertingkat kualiti imej berdasarkan kaedah penambahan ciri-ciri dalam struktur asal imej bagi meningkatkan kualiti imej. Kaedah ini mengubah secara keseluruhan kualiti warna imej yang diproses kepada nilai baru berdasarkan kaedah yang dinyatakan seperti berikut:

a. Penyamaan Histogram

Kaedah penyamaan histogram merupakan satu teknik yang paling asas dalam menangani masalah beza jelas rendah. Dalam keadaan imej berpartikel serakan setelah ditukarkan ke imej skala kelabu terdapat julat skala kelabu yang nipis dan menyebabkan beza jelas yang berkurangan. Berdasarkan penggunaan penyamaan histogram maka setiap julat dalam skala kelabu disusun secara seragam dan dinamik bagi memulihkan serta meningkatkan beza jelas imej dan juga meningkatkan ciri – ciri imej. Dengan lain perkataan, penyamaan histogram ini dapat meningkatkan secara keseluruhan beza jelas imej dengan meningkatkan julat skala kelabu secara dinamik (Wang & Yuan 2017). Kaedah penyamaan histogram ini boleh dibahagikan kepada 2 kategori iaitu penyamaan histogram sejagat (PHS) dan juga persamaan histogram tempatan (PHT).

PHS merupakan kaedah penyamaan histogram menggunakan fungsi taburan kumulatif sebagai lengkok pemindahan nilai skala kelabu. Kelebihan PHS ini adalah penggunaan kos pengkomputeran yang rendah dan sangat stabil dalam meningkatkan imej yang terlalu terang dan juga terlalu gelap secara keseluruhan. Walau bagaimana pun, penggunaan skala kelabu dalam kaedah ini amat sukar memulihara beza jelas di setiap kawasan pinggir imej secara optimum kerana kaedah ini tidak dapat meninjau nilai cerah kawasan pinggir imej. Hal ini dapat menyebabkan imej yang diproses kelihatan berpetak dan juga mempunyai kesan halo. Tambahan pula, imej yang terhasil dari proses kaedah ini menyebabkan pengurangan warna terhadap imej (Wang & Ward 2007). Justeru, kaedah PHT dicadangkan bagi menyelesaikan masalah kesan halo dan juga pengurangan warna imej yang dihasilkan dengan melihat kawasan pinggir imej secara tempatan.

PHT memecahkan imej kepada kawasan pinggir dan kawasan tempatan. Kaedah ini melihat dan meninjau operasi kawasan pinggir dan juga kawasan tempatan. Kaedah ini sangat sesuai bagi meningkatkan beza jelas imej yang berpartikel serakan dan juga imej yang mengalami perubahan keseimbangan kedalaman imej. Namun, masih juga terhasil kesan halo dan berpetak walaupun pengurangan warna dapat diatasi. Maka, kaedah yang dapat mengurangkan kesan halo ini dicadangkan dengan mengubahsuai nilai pinggir dan tempatan.

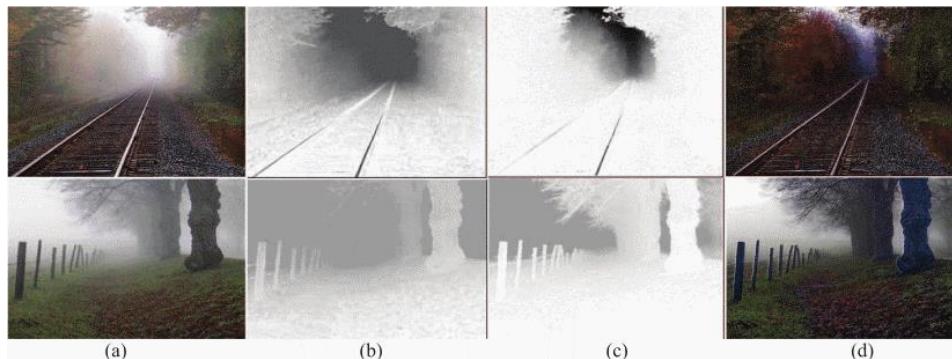
Kaedah penyamaan histogram mudah suai merupakan satu teknik pemprosesan komputer yang dapat meningkatkan keupayaan beza jelas dalam imej. Kaedah berbeza daripada kaedah asal PHT kerana keupayaannya meninjau perbezaan imej berdasarkan bahagian yang berbeza dan mengagihkan semula keupayaan cahaya dalam imej. Maka kaedah ini dapat meningkatkan keadaan beza jelas tempatan dan meningkatkan kualiti perbezaan pinggir pada setiap sempadan imej (Celik & Tjahjadi 2011).

Kaedah ini seterusnya diperbaiki dengan beza jelas terhad mudah suai. Kaedah ini berasaskan penguatan beza jelas di sekitar nilai piksel tertentu yang diberikan oleh cerun fungsi pemindahan. Ini berpadanan dengan cerun fungsi taburan kumulatif kejiran dan nilai histogram pada nilai piksel itu. Kaedah ini mengehadkan penguatan dengan memotong histogram pada nilai yang telah ditetapkan sebelumnya sebelum mengira cerun fungsi transformasi. Hal ini dapat mengehadkan cerun fungsi transformasi dan fungsi transformasi. Nilai dengan histogram dipotong, had klip yang dipanggil, bergantung pada normalisasi histogram dan pada saiz kawasan kejiran (Huang & Yeh 2013). Kaedah ini mencadangkan bilangan 8x8 sempadan imej yang dikenali sebagai juben, bukannya keseluruhan imej yang dijadikan sempadan. Setiap juben kontras dipertingkatkan, supaya histogram output rantau ini sepadan dengan histogram rata. Juben jiran kemudian digabungkan menggunakan interpolasi bilinear untuk menghapuskan sempadan yang dihasilkan secara artifisial. Sebaliknya, terutamanya di kawasan homogen, adalah terhad untuk mengelakkan hingar menguat atau struktur yang tidak diingini seperti tekstur objek, yang mungkin ada dalam imej.

Kelemahan dari hasil penyelidikan Huang ini diperbaiki dengan meletakkan syarat sempadan menggunakan nilai kebarangkalian dalam nilai penukaran seperti dalam persamaan (2.8) berikut (Naik & Rout 2014):

$$J_{equa}(x) = T_{rk} = \sum_{j=0}^k (p_r(r_j)) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{M * N}. \quad \dots(2.8)$$

Huraian dari persamaan ini adalah $J_{equa}(x)$ adalah nilai baru keamatan imej yang diandaikan sama dengan nilai T_{rk} iaitu fungsi pemindahan yang bertindak terhadap nilai rk iaitu nilai balikan keamatan imej. k nilai maksimum keamatan dalam imej. p_r kebarangkalian wujud nilai balikan kematican dalam imej dan r_j nilai balikan dalam imej. Manakala n_j adalah nilai keamatan imej berpartikel serakan dan $M * N$ adalah nilai bilangan piksel yang wujud dalam imej berpartikel serakan.



Rajah 2.4 Contoh hasil kaedah penyelesaian penyamaan histogram. (a) imej berpartikel serakan (b) Nilai balikan keamatan (c) Penyamaan histogram ke atas nilai kebarangkalian balikan keamatan (d) Hasil kaedah penyelesaian yang digunakan

Sumber: (Naik & Rout 2014)

Rajah 2.4 menunjukkan proses yang berlaku menggunakan kaedah penyelesaian penyamaan histogram yang telah diperbaiki oleh Naik dan rakan – rakan. Imej dalam (a) menunjukkan imej yang berpartikel serakan yang digunakan. Kemudian imej dalam (b) merupakan nilai balikan keamatan imej berpartikel serakan. Manakala imej dalam (c) dan (d) adalah nilai kebarangkalian balikan keamatan dalam imej dan hasil setelah proses kaedah penyelesaian pemnyamaan histogram yang telah diperbaiki oleh Naik dan rakan-rakan.

Kesimpulannya, kaedah penyamaan histogram ini dapat mencapai prestasi yang bagus dalam imej berskala kelabu tetapi kurang berkesan sekiranya imej berwarna. Selain itu, penyamaan histogram ini juga menyebabkan penambahan hingar berlaku dalam imej.

b. Teori RETINEX

Retinex berasal dari perkataan retina dan kortext yang membawa maksud dua organ ini berperanan dalam proses melihat. Hal ini dibuktikan dengan contoh ketetapan warna. Teori ini disampaikan oleh Edwin H. Land pada tahun 1974 (Land 1974). Teori Retinex adalah kaedah untuk mencapai keteguhan warna. Kaedah ini meningkatkan kualiti imej mengikut penglihatan manusia (Cooper & Baqai 2004). Komponen pencahayaan dan pemantulan menggambarkan sebagai warna objek bergantung kepada sumber pencahayaan yang intensiti gambar $I(x, y)$ terhadap berat pencahayaan, $L(x, y)$ dan ketepuan warna yang mencerminkan, $R(x, y)$. Persamaan dalam (2.9) adalah seperti berikut:

$$I(x, y) = L(x, y) \cdot R(x, y). \quad \dots(2.9)$$

Pencahayaan datang dari beberapa sumber di seluruh imej. Oleh itu, pencahayaan imej sesuai untuk mencari melalui penapisan aras rendah yang menapis imej. Zarah-zarah yang mempunyai ciri-ciri di tempat kejadian boleh dianggarkan dengan pengedaran Gaussian, butiran lanjut dibuang dalam pemprosesan penapis Gaussian dan menyebabkan persilangan warna. Untuk mengatasi perkara ini berlaku, penapis dua hala digunakan ke hadapan berdasarkan teori Retinex untuk menentukan komponen pencahayaan imej. Walaupun mudah guna, ketajaman pinggir ke pinggir mungkin kabur dan hingar berlaku sebagai kandungan tambahan. Walau bagaimanapun, hasil penggunaan langkah ini memakan masa, membuang dan gagal mengekalkan kepelbagaiannya warna (Xie et al. 2010).

Kemudian teori ini diperbaiki menjadi pelbagai peringkat skala Retinex. Peningkatan imej ini adalah secara bukan linear. Kesan keseluruhannya adalah untuk mencerahkan kawasan-kawasan yang kurang beza jelas atau kecerahan tetapi tidak mengorbankan kawasan tepu beza jelas atau kecerahan yang baik. Hasil kaedah ini hanyalah jumlah terbitan output beberapa retinex skala tunggal pada skala yang berbeza. Setiap komponen warna diproses secara berasingan, bentuk asas retinex skala tunggal untuk imej input seperti persamaan (2.10) berikut:

$$F(x,y) = \log I(x,y) - \log[f(x,y) * I(x,y)]. \quad \dots(2.10)$$

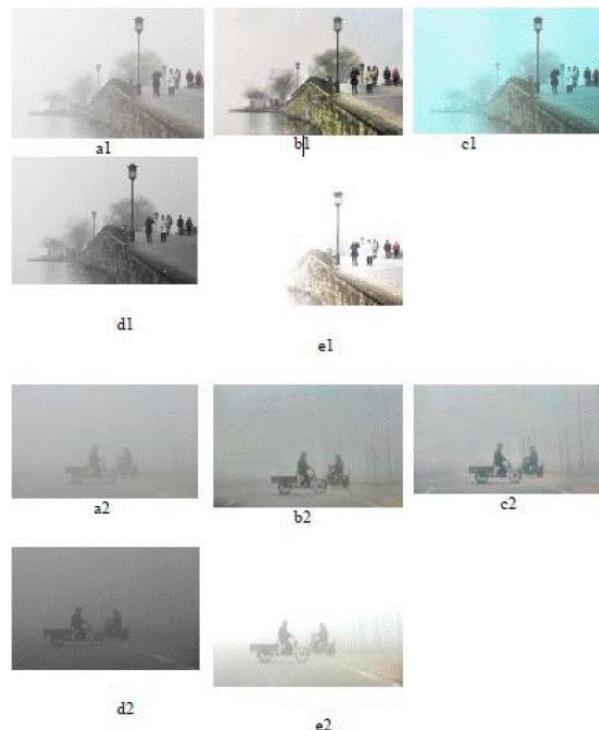
Huraian persamaan ini adalah $F(x,y)$ merupakan output daripada retinex skala tunggal, $f(x,y)$ fungsi aras sekitar fungsi dan $*$ adalah operator konvulasi. Fungsi aras sekitar ini dinormalasikan menggunakan kaedah Gaussian pada persamaan (2.11) berikut:

$$f(x,y) = K * e^{-\left(\frac{u^2+v^2}{\sigma^2}\right)}. \quad \dots(2.11)$$

Huraian persamaan ini adalah K adalah unit pernormalan dan σ adalah skala pengawal fungsi sekitar. Maka akhirnya persamaan Retinex pelbagai skala ini adalah seperti persamaan (2.12) berikut:

$$R(x,y) = \sum_{k=1}^{K} (W * F(x,y)). \quad \dots(2.12)$$

Huraian persamaan ini adalah $R(x,y)$ adalah nilai retinex pelbagai skala dan K adalah unit penguat pernormalan, W adalah pemberat yang berhubung dengan fungsi $F(x,y)$ (Zhou & Zhou 2013; Yu et al. 2016).



Rajah 2.5 Hasil penyelidikan kaedah penyelesaian teori Retinex (a1 dan a2) Imej berpartikel serakan (b1 dan b2) Hasil kaedah penyelesaian pelbagai aras skala Retinex (c1 dan c2) Hasil kaedah penyelesaian skala tunggal Retinex (d1 dan d2) Hasil kaedah penyamaan histogram (e1 dan e2) Hasil kaedah penyelesaian penapis homomropic

Sumber:(Yu et al. 2016)

Rajah 2.5 merupakan hasil kaedah penyelesaian pelbagai aras skala Retinex seperti yang digunakan oleh Yu dan rakan-rakan serta perbandingan kaedah mereka dan kaedah penyelesaian yang lain yang digunakan oleh mereka. Imej dalam *a1* dan *a2* merupakan imej yang mempunyai partikel serakan. Imej dalam *b1* dan *b2* pula adalah hasil kaedah penyelesaian Yu dan rakan-rakan. Manakala imej dalam *c1* dan *c2* pula adalah hasil kaedah skala tunggal Retinex. Bagi imej *d1* dan *d2* pula adalah hasil kaedah penyelesaian menggunakan penyamaan histogram dan imej *e1* dan *e2* pula adalah menggunakan kaedah penapis homomropic. Bagi imej *d1*, *d2*, *e1*, dan *e2* adalah kaedah yang digunakan oleh Yu dan rakan-rakan untuk tujuan perbandingan dengan kaedah penyelesaian mereka. Namun, kaedah ini gagal memperbaiki kesimbangan kecerahan imej dan juga mengekalkan kestabilan pinggir imej yang mendorong kepada penghasilan kesan halo dan berpetak serta mengurangkan kualiti warna imej yang terhasil dan juga imej kelihatan terlalu cerah kerana penggunaan penapis Gaussian yang tidak dapat menyeragamkan taburan warna dan juga kesan pinggir imej.

Kesimpulannya, kaedah teori retinex ini mengakibatkan penokokan hingar dalam imej yang menyebabkan imej yang cerah menjadi gelap dan kos pengkomputeran meningkat kerana menggunakan dua lapisan penapis bagi setiap aras.

2.8.2 Kaedah Penyelesaian Secara Pemulihan Beza Jelas

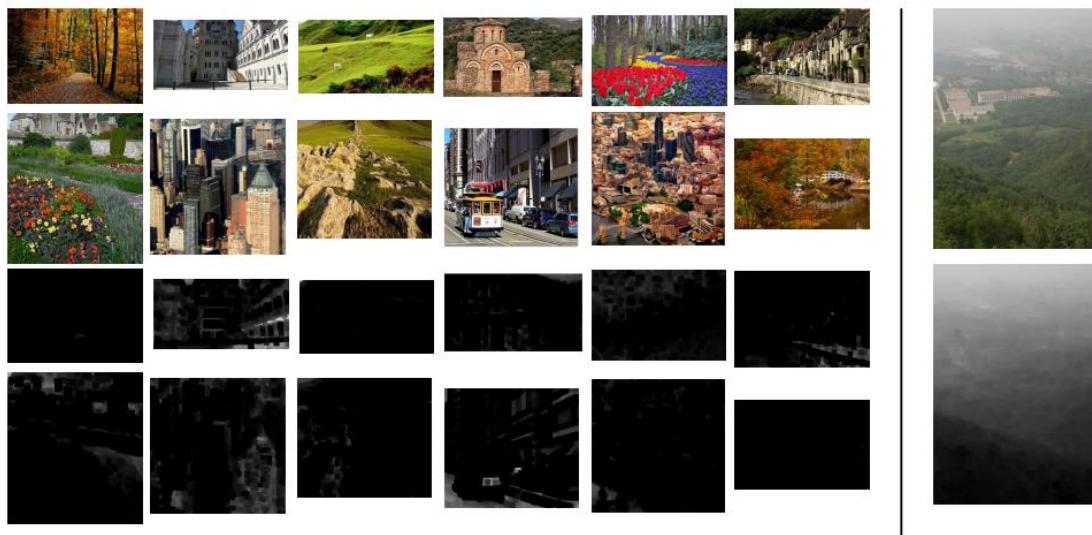
Kaedah penyelesaian secara pemulihan beza jelas merupakan kaedah mengembalikan nilai keamatan atau kualiti warna dengan kaedah jangkaan keamatan dan kualiti warna sebelum imej yang diproses berlaku kerosakan atau hingar di dalam imej berkenaan. Kaedah yang digunakan seperti menjangkakan atau menganggar nilai sebelum berdasarkan pengetahuan awal, model fizikal dan juga pengoptimuman dan pembelajaran diselia (Lee et al. 2016).

a. Pengetahuan Awal

Kaedah menggunakan pengetahuan awal dan mengoptimumkan beza jelas adalah kaedah yang lebih generik dan mudah untuk mengenal pasti pelbagai jenis tempat kejadian sebelumnya. Antara kaedah penyelesaian dalam lingkungan ini adalah:

i. Saluran Gelap

He (2011) mencadangkan bahawa nilai saluran gelap pada pengetahuan awal dapat memulihkan imej berpartikel dengan mengandaikan nilai saluran gelap yang ada pada imej sekurang-kurangnya mempunyai nilai terendah pada saluran warna merah, hijau dan biru. Kaedah ini menyelesaikan masalah penganggaran pemindahan cahaya atmosfera menerusi saluran gelap. Selain berupaya menganggarkan pemindahan cahaya atmosfera, kaedah ini juga berupaya menganggarkan pemindahan peta kedalaman imej (He et al. 2011). Rajah 2.6 merupakan contoh imej yang dicerap maklumat awal saluran gelap bagi imej yang cerah dan berkualiti warna yang tinggi seperti yang dicadangkan.



Rajah 2.6 Contoh maklumat awal saluran gelap

Sumber:(He et al. 2011)

Persamaan (2.13) adalah mewakili nilai saluran gelap yang digunakan:

$$J^{dark}(x) = \min_{c \in \{r,g,b\}} \left(\min_{y \in \Omega(x)} J^c(y) \right) \rightarrow 0 . \quad \dots(2.13)$$

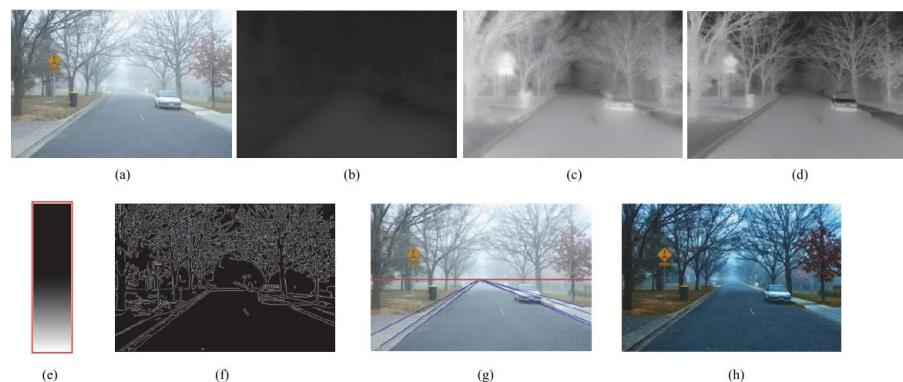
Huraian bagi persamaan ini adalah J mewakili saluran warna manakala $\Omega(x)$ mewakili jiran pada medan x . Nilai $J^{dark}(x)$ pada sampel imej yang cerah akan dikumpul dan diambil nilai purata bagi mendapatkan nilai transmisi.



Rajah 2.7 Hasil kaedah saluran gelap (a) Imej berpatikel serakan (b) Hasil kaedah penyelesaian saluran gelap (c) Peta kedalaman saluran gelap

Sumber:(He et al. 2011)

Rajah 2.7 merupakan hasil kaedah penyelesaian yang digunakan oleh He menggunakan kaedah penyelesaian maklumat awal saluran gelap. Walaupun teknik ini baik untuk memulihkan imej tetapi sekiranya imej yang dicerap mengandungi kawasan langit yang cerah berkemungkinan pemulihan imej akan terganggu kerana warna pada langit adalah tidak homogenus atau seragam. Teknik ini diperbaiki oleh Lai (2015) dengan membuat pembetulan pada nilai gamma bagi memperbaiki taburan warna dan cahaya dalam imej (Lai et al. 2015). Rajah 2.9 merupakan contoh hasil pembetulan gamma yang dicadangkan oleh Lai dan rakan-rakan. Namun, hasil dari proses ini mengakibatkan imej kelihatan sedikit gelap dan kabur di kawasan pinggir imej.



Rajah 2.8 Hasil kaedah pembetulan gamma (a) Imej berpartikel serakan (b) Maklumat saluran gelap (c) Peta balikan tanpa pembetulan gamma (d) Peta balikan dengan pembetulan gamma (e) Aras pemetaan (f) Pinggiran yang wujud (g) Garis ufuk yang terhasil (h) Hasil kaedah penyelesaian pembetulan gamma

Sumber:(Lai et al. 2015)

Manakala Li dengan membuat pembetulan kepada nilai skala kelabu yang berkait rapat dengan saluran gelap (Li et al. 2015a, Li et al. 2015b). Kaedah ini memperbaiki penguatan warna imej yang menyebabkan hasil imej kelihatan sedikit gelap dengan memperbaikkan taburan warna pada skala kelabu. Rajah 2.10 menunjukkan proses atau aktiviti yang berlaku dalam proses memperbaiki penguatan warna.



Rajah 2.9 Hasil kaedah penyelesaian menggunakan pembetulan nilai skala kelabu (a) Imej berpartikel serakan (b) Hasil kaedah saluran gelap (c) Peta balikan saluran gelap (d) Hasil kaedah pembetulan skala kelabu bernilai 3 (e) Peta balikan pembetulan skala kelabu bernilai 3 (f) Hasil kaedah pembetulan skala kelabu bernilai 7 (g) Peta balikan pembetulan skala kelabu bernilai 7

Sumber:(Li & Zheng 2015)

Bagi menangani masalah kawasan yang kabur akibat penganggaran cahaya atmosfera yang tidak tepat di kawasan yang mempunyai kelompok cahaya langit. Satu kaedah pengelompokan kawasan langit dan objek dicadangkan. Kaedah ini cenderung mengelompokkan imej kepada 2 bahagian iaitu bahagian atas imej dan bahagian bawah imej. Hal ini kerana andaian bahawa setiap imej yang mempunyai partikel serakan di bahagian atas imej biasanya adalah kawasan langit manakala bahagian bawah adalah objek. Tambahan pula di kawasan langit tidak mempunyai objek yang dicerap (Li et al. 2016). Namun kaedah ini masih terdapat halo dan pemulihan tidak sekata sekiranya imej terlalu terang dan kawasan langit yang sedikit.

Pengiraan nilai anggaran cahaya atmosfera yang kurang tepat daripada pengiraan pengelompokan kawasan langit dan objek ini diatasi dengan meletakkan julat cahaya atmosfera sebagai pemalar. Fokus penganggaran ditumpukan kepada penganggaran peta pemindahan dengan meletakkan julat penganggaran cahaya atmosfera di antara nilai 0.5 hingga 1.0. Namun kaedah ini tidak dapat memperolehi julat yang tepat sekiranya imej yang digunakan terlalu kelam dan kurang cahaya. Hasil imej yang dihasilkan menjadi kabur dan pudar serta kesan berkotak dan halo akan terhasil (Li et al. 2017).

ii. Penepuan Warna

Fattal (2008) mencadangkan model pembentukan imej yang halus dengan menggantikan imej asal yang tidak diketahui dengan produk seperti persamaan (2.14) berikut:

$$J(x) = S_{ac} \times S_f. \quad \dots(2.14)$$

dengan S_{ac} adalah pekali albedo permukaan dan S_f adalah faktor teduhan. Dalam model ini, kedua-dua permukaan teduhan dan fungsi balikan dipertimbangkan. Kekaburan yang dihadapi oleh kaedah pemansuhan partikel serakan imej tunggal tradisional, telah dipecahkan dengan mencari penyelesaian menggunakan analisis komponen merdeka bagi fungsi teduhan dan peta rawak Markov bagi peta transmisi, Fattal percaya dengan fungsi teduhan dan transmisi yang dihasilkan tidak sama dengan satu sama lain (Fattal 2008). Dengan menggunakan prinsip yang sama, cahaya atmosfera boleh dianggarkan. Rajah 2.10 menggambarkan keadaan penganggaran peta kedalaman berdasarkan penepuan warna.



Rajah 2.10 Maklumat awal penepuan warna. Imej kiri imej berwarna dan imej kanan peta penepuan warna

Sumber: (Fattal 2008)

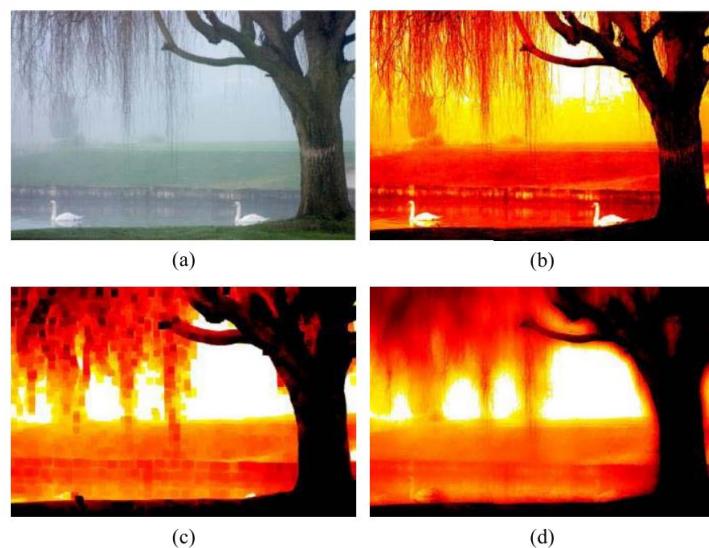
Kaedah ini berjaya menghasilkan imej yang dipertingkatkan kualiti warna sekiranya maklumat warna mencukupi. Namun, dalam keadaan imej yang mempunyai partikel serakan yang tebal dan tidak seragam. Imej ini kebiasaannya, mempunyai taburan warna yang sedikit. Hal ini mendorong kepada penghasilan warna imej yang pudar dan tidak konsisten serta penguatan warna yang melampau.

iii. Suasana

Fungsi peralihan mencari balikan ditentukan dengan meletakkan fungsi tambahan. Zhu (2013) memperkenalkan pelemahan warna asas sebelum mendapatkan kedalaman persekitaran $I_{depth}(k)$. Model linear digunakan untuk mengaitkan $I_{depth}(k)$ dengan kecerahan persekitaran $S_{bt}(k)$ dan ketepuan $I_{st}(k)$, yang boleh ditulis secara matematik seperti persamaan (2.15) berikut:

$$I_{depth}(k) = LC_0 + LC_1 S_{bt}(x) + LC_2 I_{st}(k) + R_r(k). \quad \dots(2.15)$$

Huraian persamaan ini adalah LC_0 , LC_1 dan LC_2 adalah tiga pekali linear yang tidak diketahui, yang boleh didapati melalui kaedah pembelajaran yang diselia, R_r adalah kesilapan rawak model ini dan R_r boleh dianggap sebagai imej rawak (Zhu et al. 2013). Kesalahan rawak ini diberikan dengan kepadatan Gaussian, yang memberikan nilai $R_r(k)$. Rajah 2.11 merupakan contoh tekaan bagi tiga pekali linear yang digunakan oleh Zhu (2015). Namun, kaedah ini mengakibatkan kekaburuan pada pinggir imej dan sekiranya tekaan bagi pekali linear ini berlaku ralat maka imej yang dihasilkan cenderung berpetak dan menghasilkan kesan halo (Zhu et al. 2015).



Rajah 2.11 Hasil model linear yang digunakan (a) Imej berpartikel serakan (b) Hasil tekaan kesalahan rawak (c) Hasil tekaan pekali linear dengan skala 15 (d) Hasil tekaan peta kedalamandan

Sumber: (Zhu et al. 2015)

Kesimpulannya, kaedah penyelesaian secara pengetahuan awal dapat meningkatkan kualiti imej yang berpartikel serakan. Namun, sekiranya penilaian anggaran cahaya atmosfera dan peta pemindahan yang kurang tepat akan menyebabkan penguatan warna lebih kepada imej dan juga menghasilkan imej yang mempunyai kesan halo dan berpetak. Imej juga cenderung menjadi pudar sekiranya imej berpartikel serakan terlalu terang dan sukar menentukan kawasan yang mempunyai cahaya langit.

b. Model Fizikal

Tan (2008) mencadangkan bahawa sekiranya imej kelihatan jauh daripada pemerhati maka persamaan untuk pemulihan imej seperti dalam persamaan (2.16):

$$I(x) = L_{\infty}\rho e^{-\beta d(x)} + L_{\infty}(1 - e^{-\beta d(x)}). \quad \dots(2.16)$$

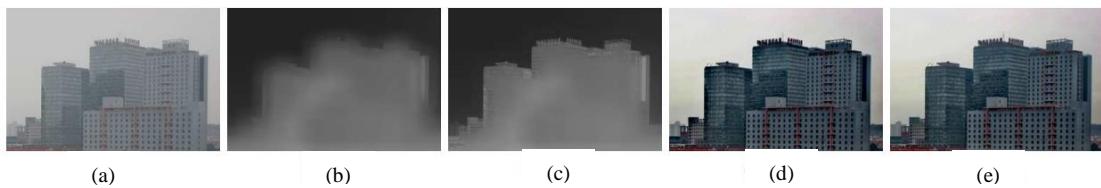
$I(x)$ merupakan keamatan bagi imej, terma pertama adalah pengurangan langsung dan terma kedua adalah cahaya udara. L_{∞} merujuk kepada cahaya atmosfera yang dikatakan malar bergantung kepada lokasi x . ρ adalah pembalikan warna bagi cahaya dicerap. β adalah nilai pekali bagi serakan dan $d(x)$ adalah kedalaman suasana dalam piksel. Nilai I , L , dan ρ adalah vektor kepada saluran warna merah, hijau dan biru. Pemulihan imej dengan kaedah ini mengandaikan syarat awal bagi setiap imej yang berpartikel serakan ini ditentukan dengan 2 syarat utama. Syarat yang pertama adalah, andaian bahawa beza jelas imej yang tidak mempunyai partikel serakan adalah lebih tinggi berbanding nilai beza jelas imej yang mempunyai partikel serakan. Manakala syarat yang kedua adalah cahaya yang menembusi ruang atmosfera adalah licin dan halus. Maka setiap nilai kecerahan saluran merah, biru dan hijau dicerap bagi menentukan cahaya putih yang diandaikan sebagai cahaya atmosfera (Tan 2008). Dari pada persamaan ini maka penganggaran peta pemindahan ditentukan. Pemulihan menggunakan teknik ini terganggu sekiranya imej yang dicerap mengandungi tona warna yang banyak dan tidak sekata dan mengandungi kesan halo. Rajah 2.12 merupakan hasil pengoptimuman beza jelas dengan fungsi pernormalan yang dicadangkan Tan.



Rajah 2.12 Hasil kaedah penyelesaian pengoptimuman beza jelas. Imej kiri adalah imej berpartikel serakan. Imej kanan adalah hasil pernormalan imej kiri.

Sumber:(Tan 2008)

Teknik ini diperbaiki dengan menambah penapis Wiener oleh Gibson (Gibson & Nguyen 2013) dengan menggunakan penapis Wiener langkah pertama dan penapis Wiener langkah kedua bagi menapis tona warna yang tidak sekata. Rajah 2.14 menunjukkan hasil penapisan Wiener langkah pertama dan kedua. Namun hanya kesan halo sahaja yang dapat diperbaiki.



Rajah 2.13 Hasil penapisan Wiener langkah pertama dan kedua. (a) Imej berpartikel serakan (b) Peta kedalaman dengan penapis Wiener langkah pertama (c) Peta kedalaman dengan penapis Wiener langkah kedua (d) Hasil penapis Wiener langkah pertama (e) Hasil penapis Wiener langkah kedua

Sumber:(Gibson & Nguyen 2013)

Tarel dan rakan – rakan (2012) memperkenalkan pemulihan imej berasaskan peningkatan beza jelas imej bagi menyelesaikan masalah penggunaan penapis. Tarel mengandaikan layar atmosfera berubah secara langsung terhadap perubahan kawasan tempatan. Maka, faktor pemalar pemindahan dapat ditentukan dengan menggunakan

penapis median (Tarel et al. 2012). Persamaan ini telah diubah suai dari persamaan (2.16) menjadi seperti dalam persamaan (2.17) :

$$I(x) = J(x)(1 - A^{-1}V(x)) + V(x), \quad \dots(2.17)$$

$$V(x) = A(1 - t(x)), \quad \dots(2.18)$$

$$A = \text{median}(\min(I(x))), \quad \dots(2.19)$$

$$V(x) = \max(\min(A), 0). \quad \dots(2.20)$$

Dengan $V(x)$ dalam persamaan (2.18) sebagai pemalar fungsi layar atmosfera. Maka, penganggaran peta pemindahan, dapat ditentukan $t(x)$ daripada persamaan (2.19) dan juga persamaan (2.20). Namun, kaedah ini gagal berfungsi sekiranya kawasan pinggir imej adalah terlalu kecil dan sukar menentukan kedalaman imej.

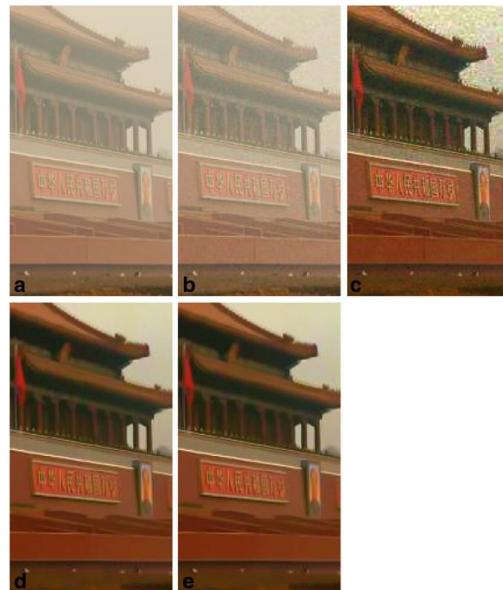
Lan (2013) mencadangkan konsep gabungan kepada persamaan hingar dan kabur iaitu dalam persamaan (2.21) berikut:

$$u(x) = k(x) \times n(x). \quad \dots(2.21)$$

Huraian persamaan ini adalah $u(x)$ imej yang diperhatikan, $k(x)$ adalah imej asal dan $n(x)$ merupakan nilai hingar dan kabur (Lan et al. 2013). Apabila persamaan (2.21) digabungkan kepada persamaan asas maka persamaan (2.22) diterbitkan iaitu

$$I(x) = k(x) * [(J(x) * t(x)) + A(1 - t(x))] \times n(x). \quad \dots(2.22)$$

Teknik ini akan meminimumkan nilai $n(x)$ bagi memulihkan imej. Hal ini dapat mengelompokkan tona warna yang lebih sekata bagi mengurangkan kepelbagai tona warna. Namun imej yang dipulihkan akan kehilangan maklumat asal dan tona warna yang menurun. Rajah 2.14 merupakan contoh hasil penggunaan kaedah persamaan hingar dan kabur.



Rajah 2.14 Hasil kaedah penyelesaian persamaan hingar dan kabur. (a) Imej berpartikel serakan (b) Hasil kaedah saluran gelap (c) Hasil persamaan hingar sahaja (d) Hasil persamaan kabur sahaja (e) Hasil persamaan hingar dan kabur

Sumber:(Lan et al. 2013)

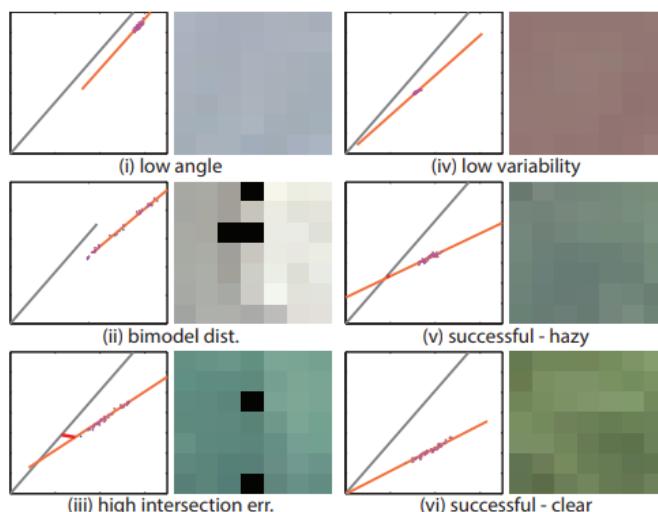
c. Pengoptimuman dan Pembelajaran Diselia

Fattal (2014) memperkenalkan pendekatan lain berdasarkan garis warna. Kaedah ini digunakan bagi menentukan penganggaran cahaya atmosfera dan juga penganggaran peta pemindahan. Kaedah ini menganggap bahawa tetingkap imej kecil (contohnya 7×7) mempunyai permukaan seragam berwarna dan kedalaman yang sama, namun teduhan berbeza (Fattal 2014). Oleh itu, model dalam persamaan (2.23) boleh ditulis sebagai:

$$f(x) = l(x) \hat{R} + (1 - t)L_{\infty}. \quad \dots(2.23)$$

Huraian persamaan ini adalah $l(x)$ adalah teduhan, dan $\hat{R}(x) = l(x)\hat{R}$. Oleh kerana persamaan adalah persamaan linear, dalam ruang RGB, piksel tetingkap akan membentuk garis lurus (melainkan jika andaian dicadangkan, misalnya apabila tetingkap mengandungi sempadan warna atau kedalaman). Rajah 2.16 menggambarkan piksel tetingkap yang mewujudkan bentuk garis lurus. Garis ini akan bersilang dengan garis lain yang dibentuk oleh $(1 - t)L_{\infty}$. Oleh kerana L_{∞} diandaikan diketahui, maka dengan persimpangan, $(1-t)$ boleh diperolehi. Untuk mendapatkan $t(x)$

untuk keseluruhan imej, kaedah tersebut perlu mengimbas piksel, mengeksekusi tetingkap, dan mencari persimpangan. Beberapa tetingkap mungkin tidak memberi persimpangan yang betul, namun jika majoriti tetingkap dibuat, maka anggaran boleh menjadi betul. Tetingkap yang mengandungi warna objek yang sama dengan warna cahaya atmosfera tidak akan memberikan apa-apa persilangan, kerana garis akan menjadi selari. Medan rawak Gaussian Markov (GMRF) digunakan untuk melakukan interpolasi imej. Namun, penganggaran cahaya atmosfera yang salah akan menyebabkan penguatan warna dalam imej berlaku menyebabkan ketepuan warna lampau dan imej menjadi kabur dan berpetak.

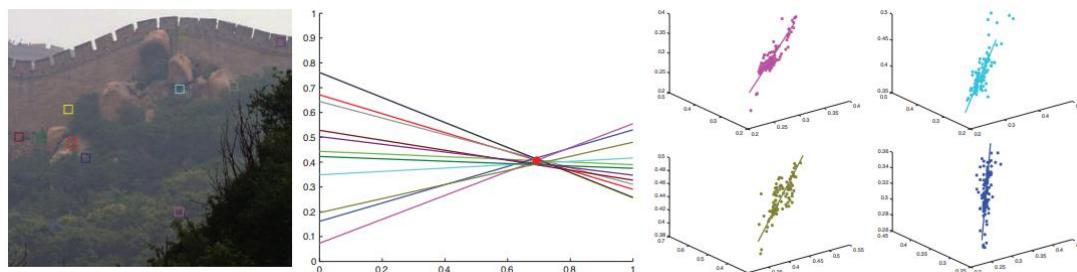


Rajah 2.15 Perbezaan garis lurus warna dalam keadaan yang berbeza. (i) Sudut rendah
(ii) Pemboleh ubah rendah (iii) Jarak dua model (iv) Jerebu teruk (v) Ralat persilangan
(vi) Cerah

Sumber:(Fattal 2014)

Kaedah sulami dan rakan-rakan (2014) menggunakan idea dan andaian yang sama dengan garis warna tempatan untuk menganggarkan cahaya atmosfera, L_∞ , secara automatik. Pertama, ia menganggarkan warna cahaya atmosfera dengan menggunakan beberapa tampalan, sekurang-kurangnya dua tompok refleksi pemandangan yang berbeza (Sulami et al. 2014). Ia menganggap kedua-dua patch menyediakan dua garis lurus yang berbeza dalam ruang RGB, dan vektor cahaya atmosfera yang bermula dari asal mesti berpotongan dengan dua garis lurus. Kedua, mengetahui vektor warna normal, ia cuba untuk menganggarkan magnitud cahaya atmosfera. Rajah 2.17 menggambarkan penekaan sebenar berdasarkan garis lurus

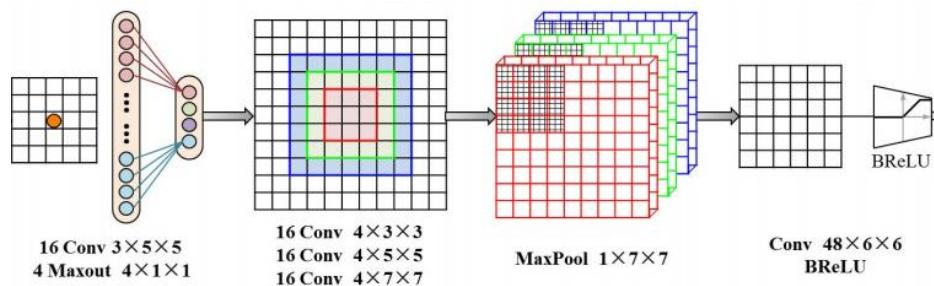
warna. Idea ini adalah untuk mengurangkan imej menggunakan vektor cahaya yang dianggarkan normal, kemudian untuk meminimumkan jarak antara tediuh yang dianggarkan dan balikan anggaran untuk nilai kecerahan atas 1% yang terdapat pada setiap tahap balikan.



Rajah 2.16 Penekaan warna sebenar berdasarkan garis lurus warna. Imej kiri adalah imej berpartikel serakan yang ditanda kawasan tekaan secara rawak. Imej tengah adalah graf garis lurus warna. Imej kanan ada graf garis lurus warna berdasarkan tetingkap berlainan

Sumber: (Sulami et al. 2014)

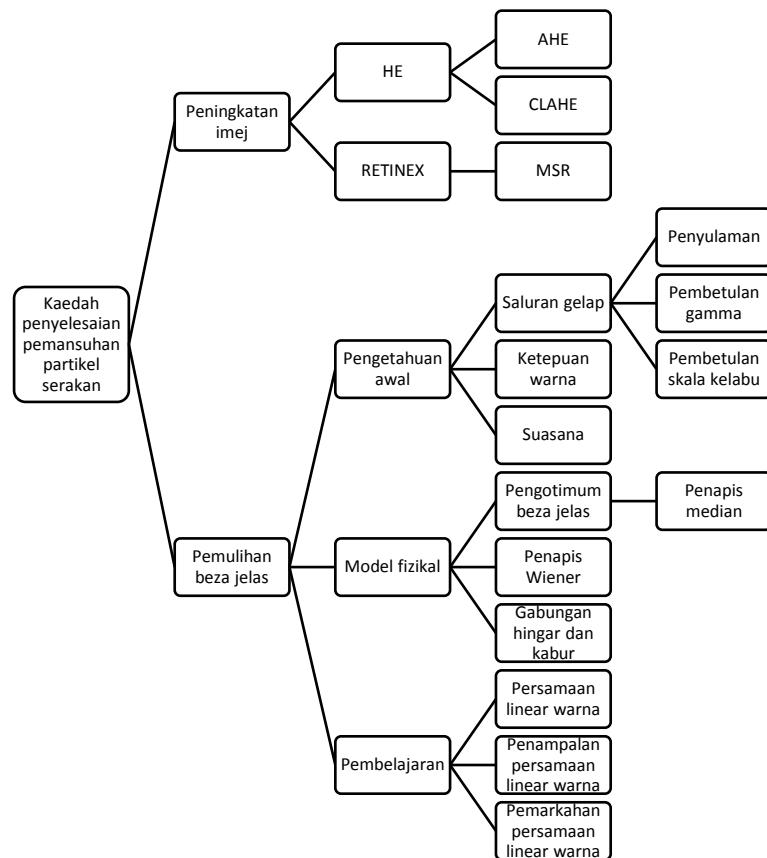
Cai dan rakan-rakan (2016) mencadangkan rangka kerja berdasarkan pembelajaran yang serupa dengan melatih pemarkahan untuk meramalkan nilai balikan $t(x)$ pada setiap piksel (16×16) dari tetingkap sekitarnya (Cai et al. 2016). Rajah 2.17 merupakan contoh proses permarkahan dan penekaan warna seperti yang dicadangkan oleh Cai dan rakan-rakan. Namun, cahaya atmosfera tidak boleh dimalarkan dalam setiap sesi latihan. Hal ini mengakibatkan penambahan warna yang tidak wajar apabila imej gelap kerana faktor penganggaran cahaya atmosfera yang dimalarkan.



Rajah 2.17 Contoh proses penekaan dan permarkahan

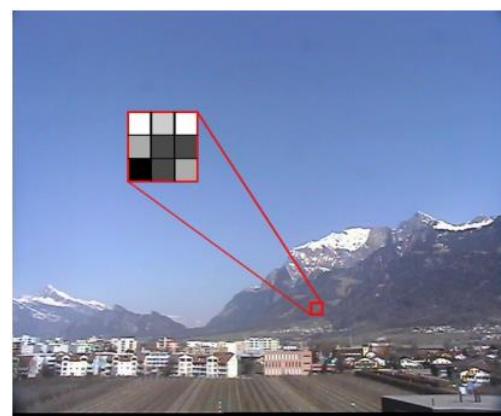
Sumber:(Cai et al. 2016)

Secara keseluruhannya, kaedah penyelesaian pemansuhan partikel serakan dalam satu imej dapat dibahagikan kepada dua jenis kaedah penyelesaian iaitu penyelesaian dengan kaedah peningkatan imej dan juga kaedah pemulihan imej. Penggunaan kaedah penyelesaian imej berpartikel serakan secara peningkatan imej menyelesaikan masalah berpandukan penambahbaikan terhadap perspektif penglihatan warna imej berasaskan cara bagaimana manusia melihat pemandangan berwarna. Namun, masih menghasilkan kesan halo dan berpetak akibat penambahan ciri-ciri dalam imej serta peningkatan hingar. Selain itu, hasil yang diperolehi dari kaedah peningkatan imej menjadikan imej yang diproses menjadi terlalu cair warna yang dihasilkan atau terlalu pekat kerana keseimbangan penapis hingar pada saluran skala kelabu. Hal ini disebabkan pencairan warna yang tidak dijangka sekiranya kedalaman imej adalah kompleks. Manakala, berasaskan kaedah pemulihan imej pula, terdapat peningkatan kualiti imej yang baik sekiranya penganggaran cahaya atmosfera dan penganggaran peta pemindahan yang optimum dapat dilaksanakan. Hal ini kerana pemulihan imej berkait rapat dengan cara dan mekanisma pengurangan kualiti imej berlaku pada setiap ruang kedalaman imej yang berbeza. Maka kaedah pemulihan imej lebih baik berbanding kaedah peningkatan imej bagi imej sebenar. Teknik-teknik sedia ada boleh dikelaskan seperti rajah 2.19 merangkumkan evolusi terkini teknik pemansuhan imej berpartikel serakan.



Rajah 2.18 Pengelasan kaedah penyelesaian penyelidikan yang lain

2.9 JULAT MELIHAT (JM)



Rajah 2.19 Imej dilihat dengan kedalaman secara binokular

Sumber: (Sutter et al. 2016)

Menganggarkan peta kedalaman padat dan naturalistik dari imej fotografi monokular tunggal adalah masalah yang sukar. Walau bagaimanapun, pemerhatian manusia