

ABSTRAK

Analisis statistik bentuk boleh diaplikasikan dalam pelbagai disiplin termasuk dalam bidang perubatan. Dalam kajian ini, analisis statistik bentuk digunakan untuk pengkelasan data kraniofasial. Data kraniofasial pelajar diperolehi dengan menggunakan pengimbas laser Konica Minolta Vivid 910 untuk menghasilkan imej muka dalam bentuk tiga dimensi. Koordinat tiga dimensi bagi setiap titik pengukuran di atas permukaan kraniofasial diperolehi secara digital dengan menggunakan perisian RapidForm 2004. Kaedah yang digunakan adalah Analisis Komponen Utama (PCA) untuk mendapatkan konfigurasi purata bagi transformasi titik kraniofasial, dan Analisis *Procrustes* Umum (GPA) untuk mendapatkan nilai purata bagi titik kraniofasial. Data kraniofasial dikelaskan kepada kelas jantina dan kelas umur dengan menggunakan kaedah pengkelasan statistik. Pengkelasan data kraniofasial dibuat dengan tiga kaedah iaitu; (i) Analisis ujian *Procrustes* dengan menggunakan 35 set data dan 18 titik pengukuran untuk setiap set; (ii) Analisis ujian *Procrustes* dengan menggunakan 76 set data dan 27 titik pengukuran untuk setiap set, dan; (iii) Analisis ujian dengan menggunakan 35 set data dan 20 jarak pengukuran untuk setiap set. Hasil kajian mendapati nilai *Procrustes* bagi lelaki adalah lebih besar dari perempuan, dan nilai *Procrustes* bagi mereka yang dilahirkan pada tahun 1989 adalah lebih besar berbanding nilai *Procrustes* bagi mereka yang dilahirkan pada tahun 1991. Perbezaan nilai saiz sentroid antara jantina dan umur adalah signifikan, iaitu nilai PCA dan GPA boleh digunakan untuk analisis pengkelasan data. Hasil kajian ini menghasilkan nilai purata bagi titik muka data kraniofasial berdasarkan umur dan jantina.

ABSTRACT

Statistical shape analysis can be applied in many disciplines including medical field. In this study, the statistical shape analysis is employed for classification of craniofacial data. The craniofacial data of students are obtained using the Konica Minolta Vivid 910 laser scanner to produce the three dimensional craniofacial image. The three dimensional coordinates of the surface for each landmark are obtained digitally using RapidForm 2004 software. The methods used are Principal Component Analysis (PCA) and Generalized Procrustes Analysis (GPA), to obtain average configuration of facial point transformation and facial point average, respectively. The craniofacial data are divided into sex and age categories by using the statistical classification method. The craniofacial data are classified by three methods: (i) Procrustes examination analysis of 35 students with 18 landmarks each; (ii) Procrustes examination analysis of 76 data sets with 27 landmarks each, and; (iii) Examination analysis of the 35 data sets with 20 distance measurements each. The results showed that the Procrustes values of male data are larger than the female data, and the Procrustes values of those born in 1989 were larger than those born in 1991. Centroid size differences between the sex and age are significant, hence the values of PCA and GPA can be used for classification analysis. The research results produced the average value for craniofacial data based on age and sex.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	HALAMAN JUDUL	i
	HALAMAN PENGAKUAN	ii
	HALAMAN DEDIKASI	iii
	HALAMAN PENGHARGAAN	Iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	HALAMAN KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI ISTILAH	xviii
1	Pengenalan	1
	1.1 Pengenalan Bab	1
	1.2 Latar Belakang Kajian	1
	1.3 Pernyataan Masalah	3
	1.4 Objektif	4
	1.5 Skop	4
	1.6 Metodologi	5
	1.7 Peralatan	7
	1.8 Kepentingan Kajian	13

2	ANALISIS BENTUK GEOMETRI	14
2.1	Pengenalan Bab	14
2.2	Analisis Statistik	14
2.3	Analisis bentuk geometri	16
2.4	Generalized Procrustes analysis	20
2.5	Principal Component Analysis	27
2.5.1	Clustering	36
3	CRANIOFACIAL	43
3.1	Pengenalan Bab	43
3.2	Craniofacial	44
3.3	Analisis Pengkelasan Dalam Bidang Craniofacial	56
4	PENGGELASAN CRANIOFACIAL	59
4.1	Pengenalan Bab	59
4.2	Penandaan Titik Pengukuran	59
4.3	Generalized Procrustes Analysis	62
4.4	Principal Component Analysis	67
4.5	Pengkelasan Jantina	78
4.5.1	Pengkelasan Jantina Dalam Umur Yang Sama	91
4.5.1.1	Pengkelasan Jantina Bagi Pelajar Berumur 15 Tahun	91
4.5.1.2	Pengkelasan Jantina Bagi Pelajar Berumur 13 Tahun	99

4.5.2	Pengkelasan Umur	105
4.5.2.1	Pengkelasan Umur Bagi Pelajar Lelaki	106
4.5.2.2	Pengkelasan Umur Bagi Pelajar Perempuan	112
5	ANALISIS HASIL KAJIAN	119
5.1	Pengenalan Bab	119
5.2	Analisis Ujian Procrustes Terhadap Data Pelajar Dengan Menggunakan 18 Titik Pengukuran	120
5.3	Analisis Ujian Procrustes Terhadap Data Pelajar Dengan Menggunakan 27 Titik Pengukuran	130
5.4	Analisis Ujian Jarak Antara Bentuk	138
5.5	Kesimpulan Analisis	153
6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	155
6.1	Pengenalan Bab	155
6.2	Kesimpulan	156
6.3	Cadangan	157
	RUJUKAN	159

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pengenalan Bab

Bab ini menerangkan tentang pengenalan kepada kajian, latar belakang kajian, pernyataan masalah, objektif, skop kajian, ringkasan metodologi, data dan kepentingan kajian dalam kajian ini.

1.2 Latar Belakang Kajian

Kemajuan teknologi yang ada pada hari ini perlu digunakan dengan sebaik mungkin dalam semua bidang termasuk bidang perubatan yang memerlukan teknologi

dan kepakaran yang tinggi. Selain kepakaran tenaga perubatan, kepakaran dalam bidang analisis juga diperlukan untuk membantu menentukan status kelas bagi setiap data set.

Data craniofacial adalah data pada bahagian kepala manusia yang merangkumi tisu lembut dan tisu keras dalam bentuk koordinat tiga dimensi (3D) (x, y, z) . Data craniofacial boleh diperolehi dari fotogrametri, imbasan laser (*laser scanner*) dan imbasan tomografi berkomputer (CT-Scan).

Pengkelasan data craniofacial adalah proses untuk membentuk kumpulan data berdasarkan kumpulan kelas yang telah ditentukan. Pengkelasan dibuat untuk menyusun data-data craniofacial supaya berada dalam kelas yang telah ditentukan. Pengkelasan akan mengasingkan data-data craniofacial yang mempunyai ciri-ciri yang berbeza kepada kumpulan kelas yang berlainan dan akan mengumpulkan data-data craniofacial yang mempunyai ciri-ciri yang sama dalam kumpulan kelas yang sama.

Pengkelasan data craniofacial dengan menggunakan kaedah analisis statistik akan menghasilkan data craniofacial yang diasingkan mengikut kelas-kelas yang telah ditentukan seperti umur dan jantina. Hasil pengkelasan ini akan menentukan suatu data set itu berada dalam kelasnya berdasarkan pengukuran dan analisis yang telah dibuat.

Pengkelasan yang dibuat adalah menggunakan data yang telah dibuat proses normalisasi dengan kaedah *generalized Procrustes analysis* supaya semua dataset bebas dari faktor lokasi, putaran dan skala.

Principal component analysis digunakan untuk mendapatkan nilai baru bagi koordinat data set. Dengan menggunakan nilai baru bagi koordinat data set, kaedah pengkelasan iaitu *supervised classification* digunakan untuk mengelaskan data set kepada beberapa bahagian seperti umur dan jantina.

1.3 Pernyataan Masalah

Pengkelasan terhadap status data seperti umur dan jantina agak sukar ditentukan jika data yang diperolehi hanyalah data berbentuk koordinat bagi titik-titik pengukuran sahaja.

Kebanyakan data yang diperolehi tidak menunjukkan perbezaan umur yang ketara antara satu sama lain terutama data bagi pelajar. Data bagi pelajar yang diperolehi mempunyai perbezaan umur dua tahun antara dua kumpulan pelajar. Keadaan ini mungkin akan mempengaruhi hasil analisis yang dibuat kerana perbezaan umur antara dua kumpulan pelajar terlalu sedikit.

Data pelajar yang lahir pada tahun 1989 dan tahun 1991 digunakan dalam analisis kajian ini kerana hanya terdapat dua kumpulan data pelajar yang mempunyai bilangan data yang banyak, iaitu 35 data pelajar yang lahir pada tahun 1989 dan tahun 1991. Kumpulan data yang lain terdiri dari kumpulan umur yang berbagai-bagai dalam kumpulan yang kecil.

Masalah akan timbul jika data yang diperolehi hanyalah nilai koordinat bagi titik pengukuran sahaja tanpa menunjukkan identiti data seperti umur dan jantina bagi data tersebut. Keadaan ini akan menyebabkan timbulnya masalah untuk mengenal pasti identiti data yang diperolehi.

1.4 Objektif

Tujuan utama proses pengkelasan ini dibuat adalah untuk membentuk kumpulan kelas bagi kumpulan data set craniofacial dan seterusnya meletakkan data-data craniofacial dalam kumpulan kelas yang telah ditentukan. Pengkelasan juga dibuat bagi data-data craniofacial yang baru diperolehi untuk menentukan kumpulan kelas bagi data-data craniofacial yang baru itu. Secara ringkasnya, objektif kajian ini adalah:

- i. Membuat kajian penggunaan terhadap analisis bentuk untuk pengkelasan tisu lembut bagi data craniofacial.
- ii. Untuk membuat pengkelasan terhadap data craniofacial supaya data set berada dalam kelas yang sepatutnya berdasarkan umur dan jantina.

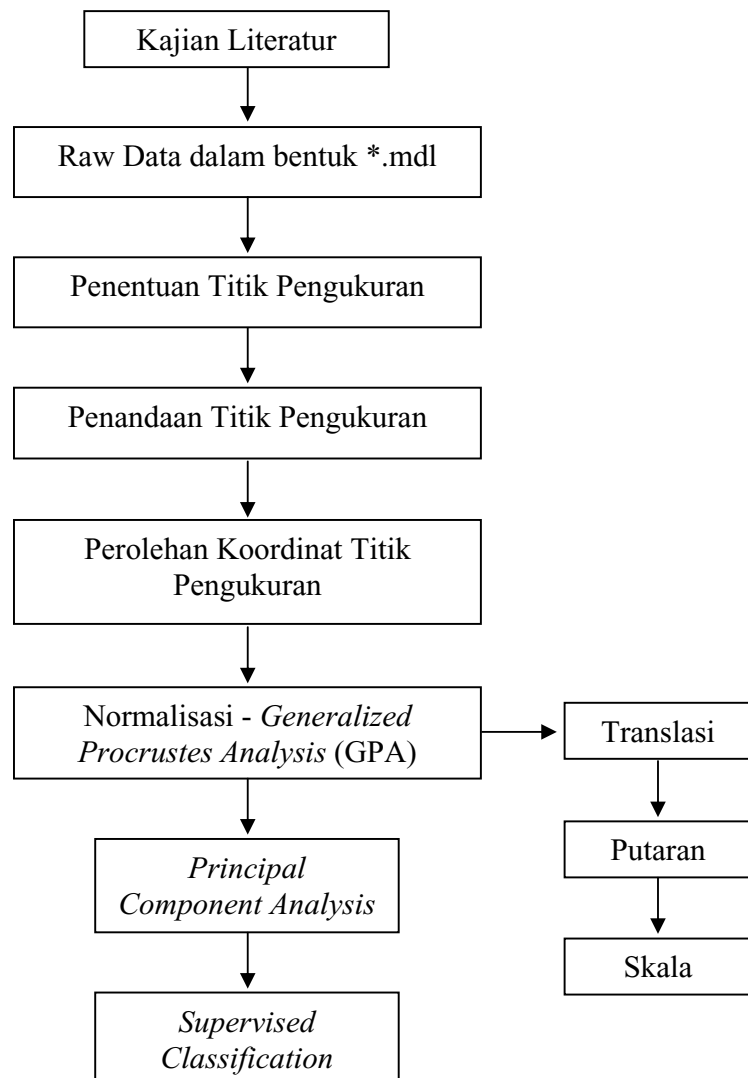
1.5 Skop

Skop kajian ini merangkumi proses kutipan data, perletakan titik pengukuran, pengukuran jarak antara titik pengukuran dan analisis. Proses pengkelasan data-data craniofacial yang dibuat adalah untuk menentukan kumpulan kelas bagi data-data craniofacial yang diperolehi.

- i. Memahami perkara-perkara yang berkaitan dengan craniofacial, *shape analysis* dan *craniofacial classification*.
- ii. Perletakan titik pengukuran, pengukuran dan analisis adalah terhad kepada muka manusia (tisu lembut) sahaja.
- iii. Data yang digunakan adalah koordinat titik pengukuran yang diperolehi pada muka manusia yang telah diimbas.

1.6 Metodologi

Rajah 1.1 menunjukkan metodologi kajian yang akan digunakan dalam kajian ini. Rajah metodologi ini menunjukkan proses kajian yang bermula dari kajian literatur sehingga proses terakhir, iaitu proses pengelasan data craniofacial dengan menggunakan kaedah *Supervised Classification*.



Rajah 1.1: Metodologi

Metodologi kajian akan memberi penerangan dan gambaran tentang kaedah yang digunakan dalam kajian ini dari mula hingga akhir. Metodologi kajian adalah seperti berikut:

- i. Membuat kajian literatur yang berkaitan dengan *craniofacial*, *shape analysis* dan *craniofacial classification*.
- ii. Memahami masalah dan objektif kajian yang berkaitan dengan pengkelasan data *craniofacial*.
- iii. Memperolehi data bagi tujuan pengkelasan data *craniofacial*. Data mentah yang digunakan adalah dalam bentuk *.mdl.
- iv. Menentukan titik pengukuran pada muka manusia yang akan digunakan untuk tujuan analisis pengkelasan data *craniofacial*. Terdapat 18 titik pengukuran yang akan digunakan untuk tujuan analisis pengkelasan data *craniofacial*.
- v. Membuat perletakan titik pengukuran pada data *craniofacial* yang digunakan secara digital, iaitu titik pengukuran ditandakan dengan menggunakan perisian RapidForm.
- vi. Nilai koordinat bagi setiap titik pengukuran diperolehi setelah titik pengukuran ditandakan pada data *craniofacial* secara digital.
- vii. Membuat analisis bentuk (*shape analysis*) untuk mendapatkan bentuk geometri bagi setiap data *craniofacial* yang telah diperolehi. Analisis bentuk dilakukan dengan menggunakan kaedah *generalized Procrustes analysis*, iaitu untuk menghapuskan faktor skala, lokasi dan putaran bagi setiap data set.
- viii. Membuat pengkelasan (*craniofacial classification*) terhadap data yang diperolehi dengan kaedah *supervised classification*. Analisis pengkelasan data *craniofacial* dibuat berdasarkan koordinat titik pengukuran dan jarak antara titik pengukuran bagi data yang telah dihapuskan faktor-faktor skala, lokasi dan putaran.

1.7 Peralatan

Dalam kajian ini, data diperolehi di Hospital Universiti Sains Malaysia Kubang Kerian dengan kerjasama Universiti Sains Malaysia, Kampus Cawangan Kesihatan, Kubang Kerian, Kelantan.

Kutipan data bagi kajian ini dibuat dengan menggunakan imbasan tomografi berkomputer (CT-Scan), pengimbas laser (*laser scanner*) dan fotogrametri digital. Bagi analisis pengkelasan data craniofacial, data dari pengimbas laser digunakan. Pengimbas laser yang digunakan adalah jenis Konica Minolta Vivid 910 bersama perisian *Polygon Editing Tool* dan *RapidForm*. Sistem fotogrametri digital menggunakan enam kamera digital Canon S400.



Rajah 1.2: CT-Scan

Dalam Rajah 1.2 ditunjukkan peralatan pengimbas tomografi berkomputer yang digunakan untuk mendapatkan data dalam bentuk DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*). Data yang diperolehi dari pengimbas tomografi berkomputer ini boleh diasingkan antara data tisu lembut dan data tisu keras.

Data yang diperoleh adalah dalam bentuk *.mdl dengan menggunakan pengimbas laser dan imej tiga dimensi (3D) dengan menggunakan kaedah fotogrametri digital. Pengimbas laser yang digunakan adalah jenis pendigit 3D tanpa sentuh seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.3.



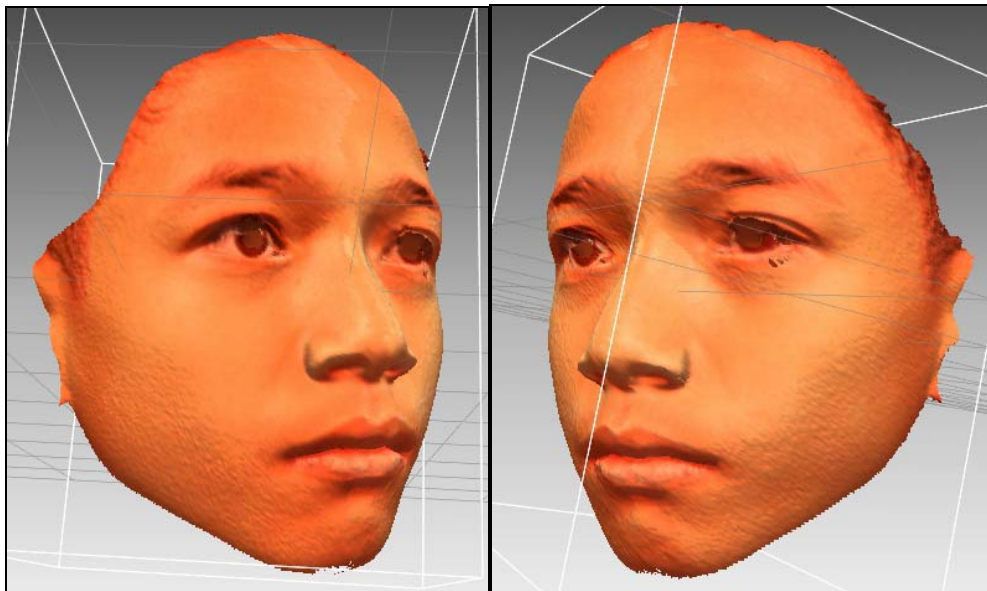
Rajah 1.3: Pengimbas laser Konica Minolta Vivid 910

Dalam Rajah 1.3, ditunjukkan alat pengimbas laser yang digunakan untuk proses kutipan data tiga dimensi. Terdapat dua alat pengimbas laser yang digunakan untuk menghasilkan imej dalam bentuk tiga dimensi.

Pengimbas laser Konica Minolta Vivid 910 adalah pengimbas laser yang sesuai digunakan untuk tujuan penyelidikan dan pembangunan, pendidikan, dan pengukuran pada tubuh manusia.

Terdapat dua teknik yang boleh digunakan semasa proses pengimbasan iaitu *fast* dan *fine*. Teknik *fast* menghasilkan saiz data yang lebih kecil iaitu 1.6MB bagi setiap data, manakala teknik *fine* menghasilkan saiz data 3.6MB bagi setiap data.

Konica Minolta Vivid 910 boleh memproses imej yang diimbas dengan kelajuan yang tinggi. Melalui teknik *fast*, pemrosesan data hanya mengambil masa 0.3 saat dan teknik *fine* mengambil masa 0.25 saat bagi setiap pengimbasan imej dengan ketepatan $\pm 0.22\text{mm}$ bagi paksi x , $\pm 0.16\text{mm}$ bagi paksi y dan $\pm 0.10\text{mm}$ bagi paksi z . Pengimbasan pada kelajuan yang tinggi penting untuk mengimbas muka manusia yang kadang-kadang terdapat pergerakan kepala manusia.



Rajah 1.4: Imej tiga dimensi yang dihasilkan dari pengimbas laser

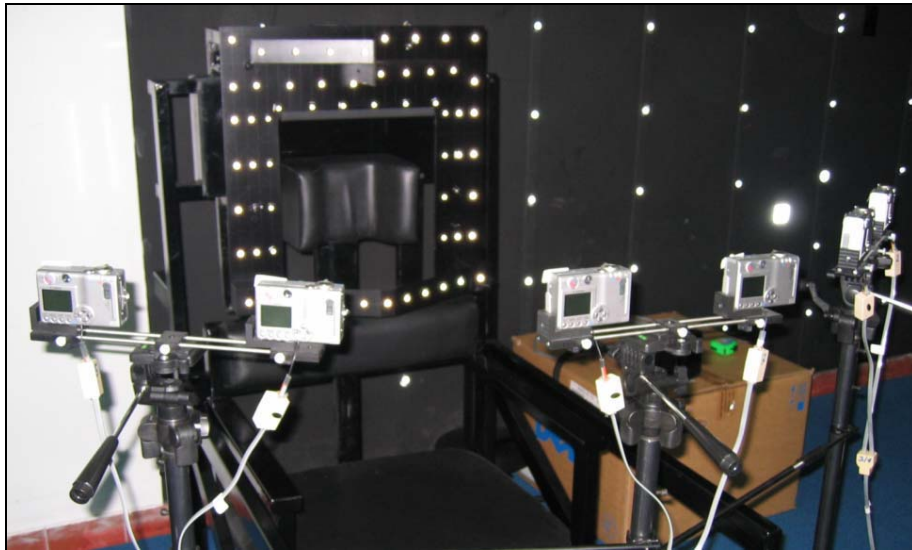
Imej yang dihasilkan dengan menggunakan pengimbas laser adalah dalam bentuk tiga dimensi (x, y, z). Berdasarkan Rajah 1.4, imej yang ditunjukkan adalah dalam bentuk tiga dimensi yang diperolehi dengan menggunakan pengimbas laser.

Pengimbas laser Konica Minolta Vivid 910 mempunyai tiga kanta iaitu *tele*, *midle* dan *wide* yang masing-masing mempunyai jarak fokus 25mm, 14mm dan 8mm. Proses pengimbasan muka manusia dalam kajian ini dibuat pada jarak antara 0.6m hingga 1.2m dari objek ke pengimbas laser dengan menggunakan kanta *tele* yang mempunyai jarak fokus 25mm.



Rajah 1.5: Kamera digital yang digunakan dalam fotogrametri

Kaedah fotogrametri digital menggunakan enam buah kamera digital seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.5. Proses mengambil gambar foto dilakukan dalam masa yang sama atau serentak bagi semua kamera.



Rajah 1.6: Kamera dan bingkai kawalan dalam sistem fotogrametri

Dalam sistem fotogrametri ini seperti dalam Rajah 1.6, akan menggunakan enam kamera digital dan akan menghasilkan enam imej digital atau tiga imej stereo.



Rajah 1.7: Bingkai kawalan

Bingkai kawalan (*control frame*) seperti dalam Rajah 1.7 digunakan untuk menyediakan titik kawalan dan penskalaan objek yang dicerap. Penskalaan objek yang dicerap dibuat berdasarkan kepada titik kawalan yang terdapat pada bingkai kawalan.



Rajah 1.8: Imej stereo

Dalam Rajah 1.8 ditunjukkan imej stereo yang dihasilkan melalui kaedah fotogrametri. Imej stereo ini dihasilkan dengan gabungan dan penindihan antara dua imej dari dua kamera dan diambil pada masa yang sama.

1.8 Kepentingan Kajian

Kajian ini dibuat bertujuan untuk membuat pengkelasan terhadap data-data craniofacial. Pengkelasan dibuat untuk menentukan kedudukan data-data craniofacial dalam kumpulan yang telah ditetapkan seperti kumpulan umur dan jantina. Pengkelasan yang dibuat akan membantu untuk menentukan kumpulan data craniofacial berada dalam kumpulan kelas yang betul.

Kumpulan data ini akan dikelaskan mengikut kumpulan kelas umur dan jantina. Selepas analisis dibuat, setiap data set akan berada dalam kumpulan kelas mengikut kelas umur dan kelas jantina masing-masing.

Kajian ini juga akan menentukan kumpulan data craniofacial yang baru diperolehi berada dalam kumpulan kelas yang betul berdasarkan analisis yang dibuat. Jika terdapat data craniofacial yang baru diperolehi, data ini akan dianalisis dan akan diletakkan dalam kumpulan kelas yang telah diwujudkan berdasarkan data craniofacial yang telah sedia ada.