

**PERWARNAAN PSEUDO ULTRABUNYI DAN ANALISA TEKSTUR DENGAN
MENGUNAKAN PENDEKATAN LOGIK FUZZI BAGI MEMBEZAKAN
SISTIK DAN KETULAN PADAT**

Oleh

Fairul Bin Ariffin

**Disertasi ini dikemukakan kepada
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat keperluan
untuk ijazah dengan kepujian**

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN MEKATRONIK)

**Pusat Pengajian Kejuruteraan
Elektrik dan Elektronik
Universiti Sains Malaysia**

Mei 2006

ABSTRAK

Ketumbuhan yang mempunyai cecair atau sistik dan ketulan padat adalah dua jenis ketumbuhan yang telah dikenalpasti selalunya berada didalam badan manusia. Terdapat beberapa cara untuk mendapatkan imej didalam badan manusia bagi memastikan terdapatnya ketumbuhan diantaranya mammogram dan juga ultrabunyi. Sungguhpun mammogram terbukti sebagai kaedah pengesanan yang efektif, namun begitu ultrabunyi mempunyai kelebihan yang tersendiri. Ia adalah satu kaedah pemeriksaan yang tidak mengganggu fungsi fisiologi seseorang itu [12]. Ujian ini boleh dilakukan beberapa kali dan ini membolehkan pemerhatian dan penganalisan dijalankan dengan lebih terperinci. Adalah menjadi suatu keperluan untuk menggunakan teknologi komputer terkini untuk menolong kumpulan radiologis dalam tugas mereka menafsirkan imej ultrabunyi tersebut. Masa depan bidang perubatan dikatakan akan banyak bergantung kepada pengaplikasian teknologi moden untuk penghantaran data, pemrosesan dan juga kemudahan visual. Projek ini dilaksanakan untuk menganalisa imej ultrabunyi secara automatik dimana ia mereplika proses penganalisan yang dilakukan oleh radiologiss ke atas imej berkenaan. Projek ini menguji keberkesanan menukarkan imej ultrabunyi kelabu (*monochrome*) kepada imej yang berwarna dengan menggunakan teknik perwarnaan pseudo (*pseudocolouring*). Teknik ini didapati mampu menyerlahkan imej ultrabunyi tersebut supaya maklumat dapat diperolehi dengan lebih mudah. Teknik ini juga dapat memaparkan nilai tahap kelabu bagi koordinat yang dikehendaki. Oleh itu satu lagi teknik dilakukan iaitu menganalisa tekstur imej ultrabunyi dengan pendekatan logik fuzzy (*Fuzzy Logic*). Dengan teknik ini, ketulan padat dan sistik atau ketumbuhan cecair dapat dibezakan berdasarkan kekerapan nilai tahap kelabu yang terdapat pada imej ultrabunyi.

ABSTRACT

There are two type of tumor identified in human body that are cystic and solid. In order to detect and identify this tumor, a few methods have been used and the common methods are mammogram and ultrasound. Although mammogram has been approved to be effective in usage but ultrasound is likely to have its own specialty. In other word ultrasound is a method common that is to be harmless to the physiology of human being. The test is done continuously for purpose of detail analysis and observation. Computers are widely used by radiologist to manipulate and describe the ultrasound image. The future of the medical development is highly depends on the modern technology applications like data sending, and processing visual facilities. This project is implemented to automatically analyze ultrasound image in which it will replicate the analysis process that has been done by the radiologist to the image. This project will test the effectiveness of changing the monochrome image to color image using pseudocoloring technique. This technique will expose the ultrasound image for the essential information analysis purpose. This technique will also show the grey level value the chosen coordinate. Therefore there is another technique used to analyze the texture of the ultrasound image using fuzzy logic. With this technique, solid and cystic can be differentiated based on frequency of the gray level value from the image.

PENGHARGAAN

Untuk menyempurnakan projek tahun akhir ini, saya telah mendapat bantuan-bantuan daripada pihak-pihak tertentu, terutamanya Prof. Madya Umi Kalthum Ngah dan siswazah-siswazah lanjutan yang bertugas sepanjang masa di makmal pemprosesan imej Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik.

Pada mulanya, saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada penyelia projek saya iaitu Prof. Madya Umi Kalthum Binti Ngah atas sokongan, nasihat dan panduan yang tidak ternilai yang telah diberikan sepanjang perjalanan projek ini. Panduan dan sokongan beliau telah membolehkan saya menyempurnakan projek ini. Rakaman ribuan terima kasih juga diajukan kepada pihak Universiti Sains Malaysia Kampus Kejuruteraan atas sokongan dan medium yang disediakan untuk menjayakan projek ini.

Selain itu, ribuan jutaan terima kasih diajukan kepada siswazah-siswazah lanjutan yang bertugas sepanjang masa di makmal imej perubatan. Ini kerana mereka telah memberi panduan dan nasihat yang bernas secara profesional kepada saya dalam aspek pengendalian perisian '*Borland C++ Builder*' dalam makmal imej perubatan dan prinsip-prinsip merekabentuk yang canggih serta sistematik.

Akhir sekali, saya ingin mengajukan setinggi penghargaan kepada rakan-rakan seperjuangan saya atas kerjasama dan pandangan membina yang diberikan oleh mereka. Tidak ketinggalan juga ingin saya merakamkan ribuan terima kasih kepada individu-individu dan organisasi-organisasi yang telah membantu saya sama ada secara langsung ataupun tidak dalam menjayakan projek tahun akhir ini.

KANDUNGAN

Muka Surat

ABSTRAK		
PENGHARGAAN	iii	
KANDUNGAN	iv	
SENARAI RAJAH	vii	
SENARAI JADUAL	x	
BAB 1	PENGENALAN	
1.1	Pendahuluan	1
1.2	Objektif Projek	1
1.3	Pilihan Perisian Yang Digunakan	2
1.4	Pengenalan Imej Ultrabunyi	3
1.5	Dasar Pemprosesan Imej Digital	3
1.6	Pengenalan Logik Fuzzi (<i>'Fuzzy Logic'</i>)	3
1.7	Langkah-Langkah Penyelidikan Projek	4
1.8	Pengujian Sistem Aplikasi	7
1.9	Demonstrasi Dan Pengubahsuaian	7
1.10	Penutup	7
BAB 2	KAJIAN ILMIAH	
2.1	Pendahuluan	8
2.2	Pemprosesan Imej Digital	9
2.3	Histogram	13
2.4	Regangan Gelap " <i>Dark Stretching</i> "	14
2.5	Imej Ultrabunyi	15
2.6	Pendekatan Logik Fuzzi	18
2.7	Sistem Pembangunan Perisian	21
2.8	Penutup	25

BAB 3	TEKNIK PENDEKATAN PROJEK	
	3.1 Pendahuluan	26
	3.2 Konsep Projek	26
	3.3 Model Warna Dan Pemetaan Pewarnaan Pseudo	27
	3.4 Pembahagian Tahap Intensiti Warna Kelabu	30
	3.5 Pemilihan Warna	32
	3.6 Rutin Asas Lain Perisian	35
	3.7 Pembinaan Analisa Tekstur Logik Fuzzi	35
	3.8 Penutup	39
BAB 4	PEMBANGUNAN PERISIAN	
	4.1 Pendahuluan	40
	4.2 Tetingkap Permulaan Bagi Perisian “ <i>Pseudocolouring Ultrasound</i> ”	40
	4.3 Tetingkap Utama Bagi Perisian “ <i>Pseudocolouring Ultrasound</i> ”	41
	4.4 Penggunaan Perisian “ <i>Pseudocolouring Ultrasound</i> ”	42
	4.5 Tetingkap Utama Bagi Perisian “ <i>Fuzzy Texture Analysis</i> ”	43
	4.6 Penggunaan Perisian “ <i>Fuzzy Texture Analysis</i> ”	44
	4.7 Penutup	45
BAB 5	PEMERHATIAN DAN PERBINCANGAN	
	5.1 Pendahuluan	46
	5.2 Kes-Kes Perubatan	46
	5.3 Perwarnaan Pseudo	47
	5.4 Keputusan Dan Perbincangan Dari Perisian (<i>Pseudocolouring Ultrasound</i>)	52
	5.5 Analisa Tekstur	54
	5.6 Keputusan Dan Perbincangan Dari Perisian (<i>Fuzzy Texture Analysis</i>)	64

BAB 6	KESIMPULAN	
	6.1 Pendahuluan	66
	6.2 Kesimpulan	66
	6.3 Cadangan	68
RUJUKAN		70
LAMPIRAN A	Imej yang digunakan semasa proses pembinaan perisian dan histogram bagi kawasan yang dijangkakan	72
LAMPIRAN B	Perisian “ <i>Pseudocolouring Ultrasound</i> ” dan 5 Set Warna Imej Pewarnaan Pseudo	81
LAMPIRAN C	Perisian “ <i>Fuzzy Texture Analysis</i> ”	85

Senarai Rajah

- Rajah 1.1** Carta alir pembinaan perisian pewarnaan pseudo ultrabunyi
- Rajah 1.2** Carta alir pembinaan perisian analisis tekstur menggunakan pendekatan logik fuzzy
- Rajah 2.1** Suatu imej digital dengan tatasusunan nombor yang sepadan
- Rajah 2.2** Julat kecerahan piksel dalam imej paras kelabu
- Rajah 2.3** Contoh suatu perwakilan Histogram
- Rajah 2.3** Antaramuka '*Borland C++ Builder*'
- Rajah 2.4** Perwakilan maklumat dalam bentuk Boolean dan Logik Fuzzi
- Rajah 2.5** Antaramuka pengguna '*Borland C++ Builder*'
- Rajah 2.6** Antaramuka pengguna kotak peralatan logik fuzzy didalam Matlab
- Rajah 3.1** Penyerlahan imej perwarnaan pseudo
- Rajah 3.2** Penyerlahan imej berwarna
- Rajah 3.3** Fungsi keahlian yang direka bentuk (imej asal)
- Rajah 3.4** Fungsi keahlian yang direka bentuk (imej regangan gelap)
- Rajah 3.5** Fungsi keahlian tunggal bagi keluaran perisian
- Rajah 4.1** Tetingkap Utama Bagi Perisian "*Pseudocolouring Ultrasound*"
- Rajah 4.2** Tetingkap Utama Bagi Perisian "*Fuzzy Texture Analysis*"
- Rajah 5.1** Imej asal yang akan digunakan dalam penyelidikan
- Rajah 5.2** Imej sistik dari set warna pertama dan set warna kedua
- Rajah 5.3** Imej ketulan padat dari set warna pertama dan set warna kedua
- Rajah 5.4** Imej "*phantom*" dari set warna pertama dan set warna kedua
- Rajah 5.5** Histogram yang terhasil daripada kawasan yang dijangkakan bagi kes pertama (asal)
- Rajah 5.6** Keluaran dari perisian bagi kes pertama (asal)
- Rajah 5.7** Histogram yang terhasil daripada kawasan yang dijangkakan bagi kes pertama (regangan gelap)

- Rajah 5.8** Keluaran dari perisian bagi kes pertama (regangan gelap)
- Rajah 5.9** Histogram yang terhasil daripada kawasan yang dijangkakan bagi kes kedua (asal)
- Rajah 5.10** Keluaran dari perisian bagi kes kedua (asal)
- Rajah 5.11** Histogram yang terhasil daripada kawasan yang dijangkakan bagi kes kedua (regangan gelap)
- Rajah 5.12** Keluaran dari perisian bagi kes kedua (regangan gelap)
- Rajah 5.13** Histogram yang terhasil daripada kawasan yang dijangkakan bagi kes ketiga (asal)
- Rajah 5.14** Keluaran dari perisian bagi kes ketiga (asal)
- Rajah 5.15** Histogram yang terhasil daripada kawasan yang dijangkakan bagi kes ketiga (regangan gelap)
- Rajah 5.16** Keluaran dari perisian bagi kes ketiga (regangan gelap)
-
- Rajah A1** Imej dan histogram bagi imej sistik yang pertama
- Rajah A2** Imej dan histogram bagi imej sistik yang kedua
- Rajah A3** Imej dan histogram bagi imej sistik yang ketiga
- Rajah A4** Imej dan histogram bagi imej sistik yang keempat
- Rajah A5** Imej dan histogram bagi imej ketulan padat yang pertama
- Rajah A6** Imej dan histogram bagi imej ketulan padat yang kedua
- Rajah A7** Imej dan histogram bagi imej ketulan padat yang ketiga
- Rajah A8** Imej dan histogram bagi imej terproses regangan gelap sistik
- Rajah A9** Imej dan histogram bagi imej terproses ketulan padat
-
- Rajah B1** Tetingkap Permulaan Perisian
- Rajah B2** Untuk membuka imej
- Rajah B3** Untuk memilih imej yang hendak dibuka
- Rajah B4** Hasil selepas butang pantas “PSEUDOCOLOUR1” ditekan
- Rajah B5** Hasil selepas butang pantas “PSEUDOCOLOUR2” ditekan
- Rajah B6** Hasil selepas butang pantas “PSEUDOCOLOUR3” ditekan
- Rajah B7** Hasil selepas butang pantas “PSEUDOCOLOUR4” ditekan
- Rajah B8** Hasil selepas butang pantas “PSEUDOCOLOUR5” ditekan

- Rajah C1** Pemilihan jenis imej yang hendak dianalisa oleh pengguna
- Rajah C2** Ruang bagi pengguna memasukkan nilai masukan
- Rajah C3** Ruang bagi keluaran setelah pengguna memasukkan nilai masukan
- Rajah C4** Ruang bagi rajah fungsi keahlian masukan dan permukaan bagi keluaran
- Rajah C5** Keluaran bagi analisa imej asal

Senarai Jadual

- Jadual 2.1** Ciri-ciri untuk membezakan sistik daripada ketulan padat
- Jadual 3.1** Julat intensiti tahap kelabu
- Jadual 3.2** Julat intensiti tahap kelabu bagi imej yang mempunyai sistik dan ketulan padat
- Jadual 3.3** Julat intensiti tahap kelabu dan warna yang sepadan bagi set warna yang pertama
- Jadual 3.4** Julat intensiti tahap kelabu dan warna yang sepadan bagi set warna yang kedua
- Jadual 3.5** Julat intensiti tahap kelabu dan warna yang sepadan bagi set warna yang ketiga
- Jadual 3.6** Julat intensiti tahap kelabu dan warna yang sepadan bagi set warna yang keempat

BAB 1 : PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Projek ini bertajuk Perwarnaanspseudo Ultrabunyi dan Analisa Tekstur (*Pseudocolouring Ultrasound And Texture Analysis*). Pemprosesan imej terhadap imej ultrabunyi bertujuan untuk membantu doktor didalam menganalisa diagnostik didalam badan manusia Dengan projek ini, ia akan dapat membantu pakar-pakar perubatan dan juga radiologis menganalisa imej ultrabunyi serta membuat diagnosis terhadap sesuatu ketumbuhan yang sedang dikenalpasti. Projek ini merupakan pembangunan daripada perisian-perisian yang telah dibina pada tahun-tahun yang lepas.

1.2 Objektif Projek

Objektif projek ini adalah untuk membina sebuah perisian yang berupaya mengimplementasikan beberapa rutin pemprosesan imej keatas imej ultrabunyi yang berbentuk digital. Secara idealnya, program perisian ini mestilah mudah untuk digunakan, boleh dibawa ke mana sahaja dan tidak memerlukan sebarang peralatan lain. Selain itu, perisian ini juga dapat digunakan di kebanyakan komputer yang secara keseluruhannya menggunakan sistem operasi *Microsoft Windows 95, Windows 98, Windows 2000, Windows XP* dan *Windows NT*.

Didalam kebanyakan kes, mata manusia adalah lebih sensitif dengan perubahan warna berbanding dengan perubahan intensiti. Oleh itu, ini adalah semulajadi untuk mengubah intensiti imej paras kelabu dengan menggunakan maklumat warna. Proses ini dinamakan pewarnaanspseudo. Maka tidak hairanlah untuk mengekod intensiti imej tahap kelabu kepada imej berwarna. Proses ini dinamakan perwarnaans pseudo. Program perisian yang akan dibangunkan ini mampu menukarkan imej ultrabunyi yang mempunyai tahap warna kelabu berbeza kepada imej yang berwarna mengikut beberapa spesifikasi yang ditetapkan.

Setelah memperoleh imej berwarna, perisian ini juga boleh memaparkan nilai aras tahap kelabu imej bagi koordinat yang dikehendaki. Berdasarkan nilai tahap kelabu

yang didapati tadi, satu lagi teknik dilakukan iaitu menganalisa tekstur imej dengan menggunakan pendekatan Logik Fuzzi. Melalui teknik ini ketulan padat dan juga sistik dapat dibezakan melalui kekerapan nilai aras kelabu pada bahagian yang dijangkakan terdapatnya ketumbuhan. Pencapaian ini akan membantu pakar perubatan membuat diagnosis keatas penyakit secara lebih berkesan dan lebih tepat lagi.

1.3 Pilihan Perisian Yang Digunakan

Imej-imej perubatan yang akan diproses kesemuanya disimpan dalam format peta-bit (*bitmap*). Oleh yang demikian, perisian yang akan digunakan haruslah berupaya untuk mengendalikan format tersebut. Perisian yang memenuhi syarat ini adalah **Borland C++ Builder v5** yang mempunyai persekitaran tettingkap. Terdapat beberapa alasan mengapa perisian ini dipilih sebagai bahasa pengaturcaraan bagi projek ini. Antaranya ialah :-

- Perisian ini adalah ringkas dan mudah untuk digunaka. Penggunaannya adalah berdasarkan '*Object Oriented Programming*' dan tidak memerlukan masa yang banyak.
- Ia menawarkan pelbagai kelengkapan dan peralatan yang hebat dan berguna.
- Membolehkan persembahan imej visual yang berkualiti.
- Perisian ini boleh diintegrasikan dengan peralatan dan program lain.
- Menarik, interaktif dan mesra pengguna.
- Merupakan perisian yang digunakan secara menyeluruh serata dunia. Ini memudahkan penambahbaikan pada masa hadapan.

Selain perisian **Borland C++ Builder V5**, perisian **Matlab 7.0** juga digunakan dalam melaksanakan teknik menganalisa tekstur dengan pendekatan Logik Fuzzi. Perisian ini dipilih untuk melaksanakan teknik ini kerana :-

- Ia menyediakan kotak peralatan Logik Fuzzi yang lebih mudah untuk membuat perisian yang menggunakan pendekatan Logik Fuzzi dan menjimatkan masa.

1.4 Pengenalan Imej Ultrabunyi

Ultrabunyi ialah bunyi yang berfrekuensi tinggi. Frekuensi ini adalah lebih tinggi daripada had atas pendengaran manusia. Oleh kerana bunyi yang terlalu tinggi frekuensinya adalah susah untuk dihasilkan dan diukur, maka had frekuensi tertinggi bagi ultrabunyi telah ditetapkan kepada 10MHz. Dalam hal ini, frekuensi yang lebih tinggi digunakan terutamanya dalam bidang perubatan. Contohnya tisu dalam badan manusia adalah kebanyakannya terdiri daripada air yang membolehkan gelombang bunyi merambat melaluinya dan keadaan ini adalah sama dengan kadar perambatan melalui air. Sila rujuk kepada **Bab 3** untuk penerangan yang lebih mendalam.

1.5 Dasar Pemprosesan Imej Digital

Dalam projek ini, hanya teknik-teknik pemprosesan imej paras kelabu sahaja yang diperlukan memandangkan bahawa imej ultrabunyi hanya melibatkan tahap kelabu sahaja. Pada dasarnya, imej paras kelabu mempunyai julat kecerahan 0-255 iaitu dari hitam ke putih [3]. Teknik pemprosesan imej digital tahap kelabu melibatkan penganalisan piksel-piksel imej dan seterusnya manipulasi tertentu berdasarkan algoritma yang digunakan. Didalam projek ini imej ultrabunyi yang mempunyai tahap warna kelabu berbeza akan ditukarkan kepada imej yang berwarna mengikut beberapa spesifikasi yang ditetapkan dan proses ini dinamakan perwarnaanspseudo.

1.6 Pengenalan Logik Fuzzi (*Fuzzy Logic*)

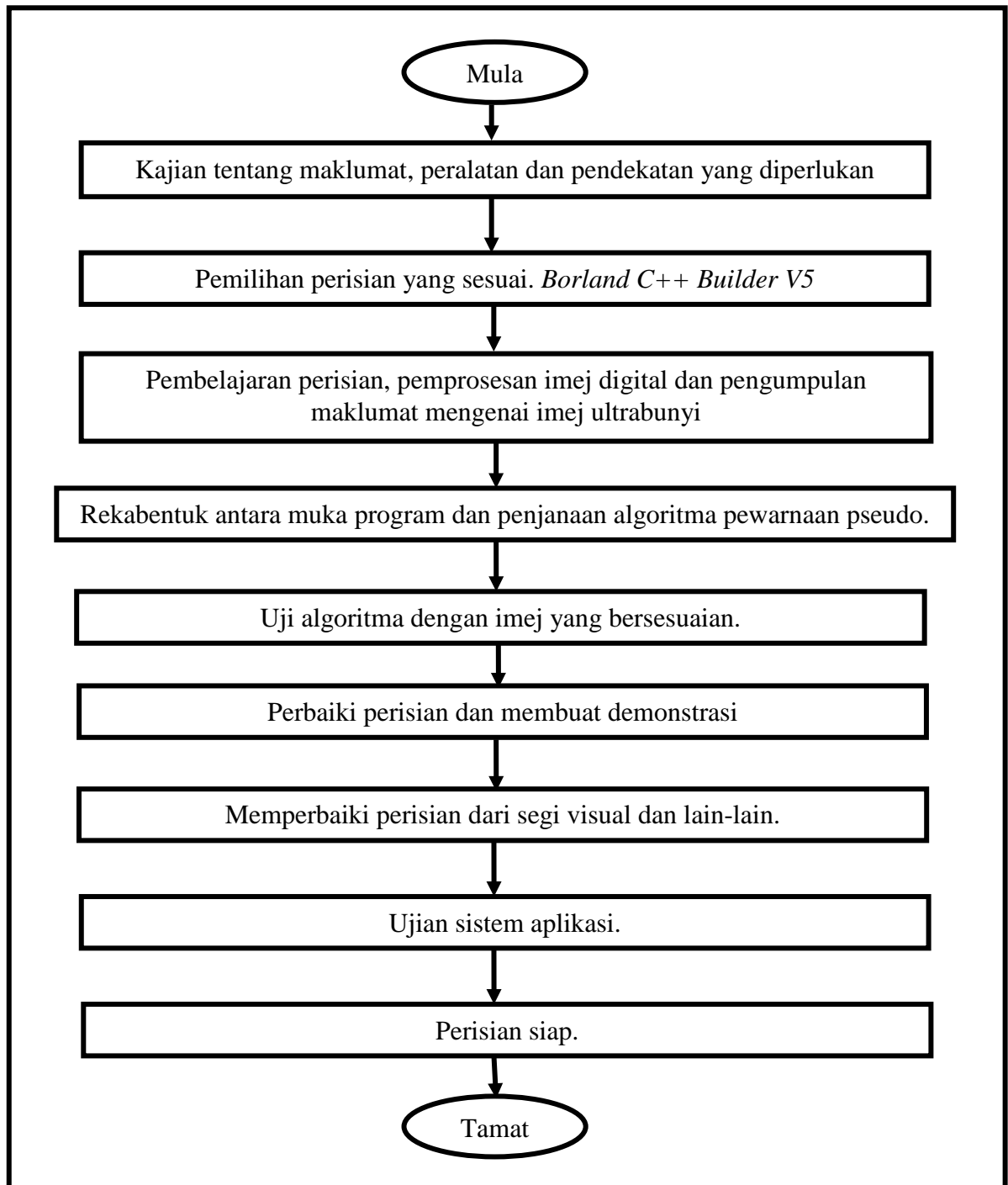
Istilah logik fuzzi telah begitu lamanya dikaitkan dengan konsep '*Boolean*'. Konsep '*Boolean*' adalah diasaskan kepada kenyataan benar atau tidak benar, sebagaimana yang diformulakan oleh Aristotle lebih kurang 2000 tahun dahulu dalam Hukum Pengasingan Tengah '*Law of the Excluded Middle*' [8]. Namun, pengelasan ini adalah kurang ideal. Konsep ini hanya mempertimbangkan dua paras sahaja iaitu '0' dan '1' dan menganggap segala hal dalam kehidupan hanya melibatkan dua aspek sahaja, iaitu putih atau hitam, tinggi atau rendah, cantik atau hodoh; kaya atau miskin dan sebagainya.

Namun, garis panduan yang jelas telah dibentangkan oleh Prof. Lotfi Zadeh dari *University of California* pada tahun 1965 melalui konsep Logik Fuzzi. Konsep logik fuzzi telah menyediakan kepada para pakar matematik suatu paradigma dan konsep yang saintifik untuk diterokai. Konsep ini menyediakan perwakilan yang jauh lebih berkesan berbanding perwakilan '*Boolean*'. Sebagai contoh, dalam perwakilan '*Boolean*', kita cuma boleh wakulkan suhu sebagai sejuk ataupun panas. Tetapi, logik fuzzi dapat mengelaskan suhu dalam lebih banyak kelas sepertimana yang diperlukan contohnya panas, agak panas, suam, agak sejuk dan sejuk. Contoh yang ringkas ini dengan jelasnya menunjukkan bahawa konsep logik fuzzi adalah lebih sesuai untuk digunakan untuk mewakili sesuatu sistem dan menyediakan medium manipulasi data yang lebih cekap.

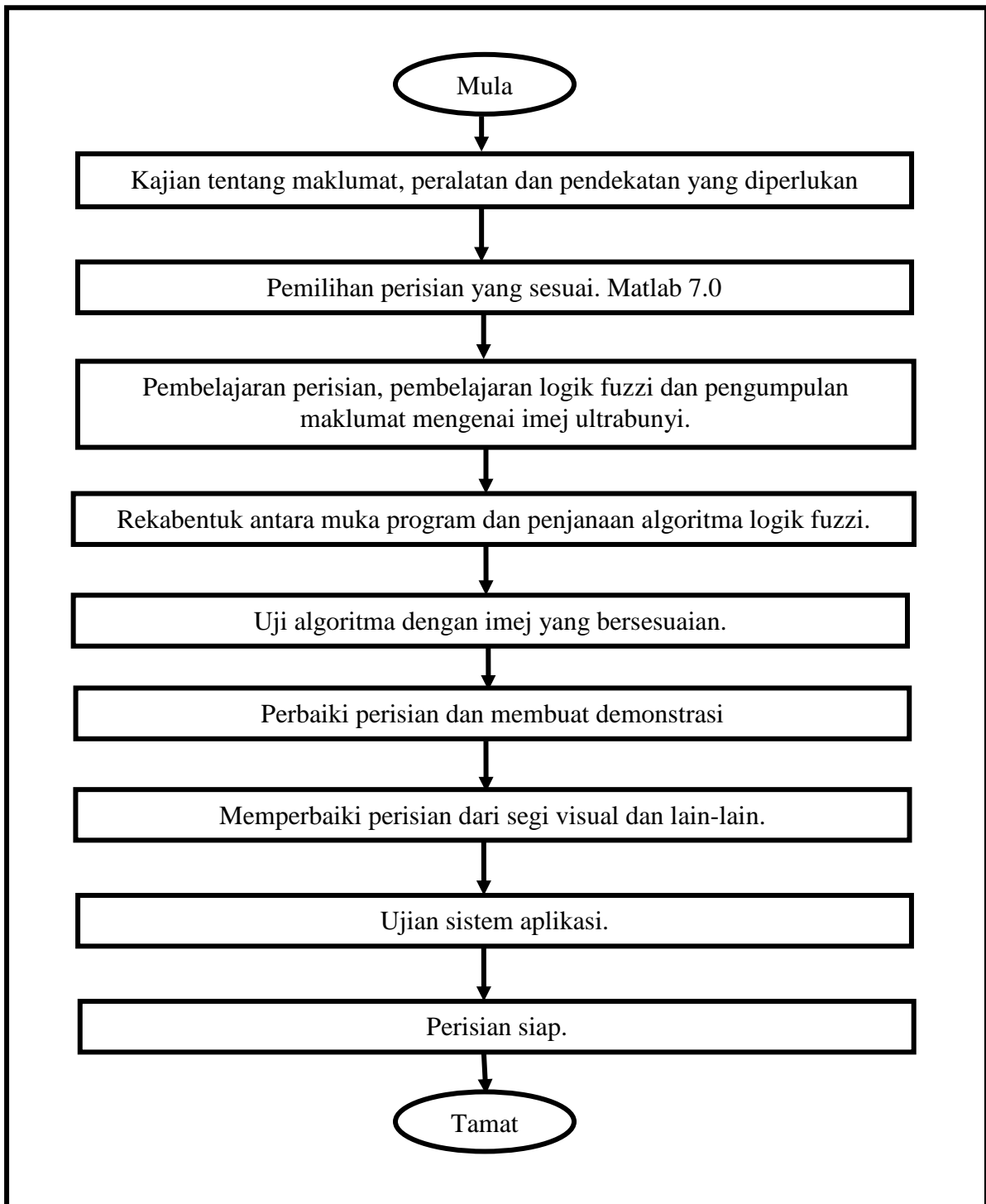
Kelahiran konsep logik fuzzi telah membuka pintu kepada pelbagai jenis penyelidikan dan penemuan yang sebelum ini amat merumitkan. Dengan demikian, projek ini dilaksanakan untuk menerokai bidang pemrosesan imej ultrabunyi berdasarkan konsep, teknik dan algoritma logik fuzzi. Projek ini diharap dapat memperluaskan lagi keupayaan komputer dalam bidang perubatan. Projek ini adalah bertujuan untuk membezakan diantara ketumbuhan padat dan juga ketumbuhan cecair dengan menggunakan pendekatan logik fuzzi.

1.7 Langkah-Langkah Penyelidikan Projek

Perlaksanaan projek ini dapat dibahagikan kepada dua peringkat iaitu penukaran imej ultrabunyi kelabu kepada imej berwarna pseudo dan membezakan diantara imej ultrabunyi kelabu yang mempunyai sistik dan ketulan padat dengan pendekatan logik fuzzi. Carta alir yang dipaparkan dalam **Rajah 1.1** dan **Rajah 1.2** menunjukkan langkah-langkah penyelidikan projek pada kedua-dua peringkat tersebut.



Rajah 1.1 : Carta alir pembinaan perisian pewarnaan pseudo ultrabunyi



Rajah 1.2 :Carta alir pembinaan perisian analisis tekstur menggunakan pendekatan logik fuzzy

1.8 Pengujian Sistem Aplikasi

Apabila sistem perisian ini siap dibina, beberapa imej data telah dimasukkan ke dalam sistem dan diuji sama ada beroperasi dengan berjaya atau tidak. Kemudian perubahan pada perisian ataupun algoritma akan dilakukan sekiranya hasilnya tidak mencapai objektif.

1.9 Demonstrasi Dan Pengubahsuaian

Setelah pengujian selesai dilakukan dan keluarannya mencapai objektif, perisian ini didemonstrasikan kepada penyelia projek supaya pengubahsuaian dan pembaikan projek dapat dilakukan diatas nasihat penyelia.

1.10 Penutup

Sebagai ringkasan, **Bab 1** ini telah menerangkan secara kasar tentang keseluruhan pelaksanaan projek. Bab-bab berikutnya akan menerangkan perjalanan projek ini dari satu peringkat ke peringkat seterusnya. **Bab 2** merangkumi kajian ilmiah mengenai projek yang akan dibangunkan. Segala maklumat mengenai imej ultrabunyi, konsep-konsep asas pemprosesan imej digital paras kelabu dan pendekatan logik fuzzy akan diterangkan didalam bab ini. Selain itu, bab ini juga akan menerangkan tentang perisian yang telah dipilih dan cara-cara penggunaannya. Teori disebalik penjanaan perisian ini akan dibincangkan dalam **Bab 3**. Alasan dan sebab-sebab sesuatu pendekatan atau model itu digunakan turut dijelaskan didalam bab ini. **Bab 4** akan menghuraikan mengenai pelaksanaan projek ini. Ini termasuklah algoritma yang digunakan serta pendekatan yang diadaptasikan. Ringkasan tentang cara perisian ini digunakan dan semua operasi yang boleh dilakukannya juga diterangkan dalam bab ini. Dalam **Bab 5**, segala pemerhatian dan keputusan yang diperolehi daripada implementasi pelaksanaan tersebut akan dipaparkan. Beberapa kes imej ultrabunyi dikaji dan dibincangkan. **Bab 6** pula akan membincangkan secara keseluruhan tentang aturcara perisian yang dijanakan dan juga membuat kesimpulan bagi projek ini. Selain itu, cadangan-cadangan membina dan pembaikan serta perkembangan penyelidikan seterusnya juga akan diberikan.

BAB 2 : KAJIAN ILMIAH

2.1 Pendahuluan

Sejak dari awal perkembangan bidang sains, kajian dalam bidang visual memainkan peranan yang amat besar. Pada masa itu, hanya satu cara yang digunakan untuk mendokumenkan keputusan eksperimen iaitu dengan huraian secara lisan atau pun lukisan secara manual. Kemudian penciptaan seni fotografi telah memudahkan kerja mendokumen. Teknik ini telah membolehkan segala keputusan eksperimen tersebut dapat direkodkan secara lebih tepat.

Pada hari ini, dengan perkembangan pesat dalam bidang teknologi video dan komputer, komputer peribadi dan workstation telah menjadi satu peralatan yang mudah dan murah untuk digunakan. Sehubungan dengan itulah pemprosesan imej telah menjadi satu peralatan saintifik yang piawai untuk bidang astronomi, kejuruteraan elektrik, kawalan dan sains komputer. Komputer digital berupaya memproses data imej dan ia telah dikembangkan ke bidang sains yang lain termasuk bidang perubatan.

Sejajar dengan itu, bab ini akan membincangkan secara umum tentang teknik dan konsep asas pemprosesan imej serta kajian keatas teknik pemprosesan imej yang pernah dilakukan oleh para penyelidik. Selain itu, bab ini juga akan turut merangkumi secara kasar tentang perbezaan diantara sistik dan juga ketulan padat terutama pada imej ultrabunyi. Dalam penyelidikan ini, teknik pemprosesan imej akan diaplikasikan keatas imej perubatan ultrabunyi. Ini dilakukan dengan membina sebuah perisian dengan menggunakan bahasa pengaturcaraan yang sesuai. Ia akan dibincangkan pada bahagian akhir bab ini.

2.2 Pemrosesan Imej Digital

Secara amnya, pemrosesan imej ialah analisis dan manipulasi maklumat bergambar lazimnya imej visual dua dimensi. Pemrosesan imej digital pula ditakrifkan sebagai perwakilan berangka bagi sesuatu objek kepada suatu siri operasi untuk mendapatkan keputusan akhir. Dalam kes ini objek tersebut adalah dalam bentuk imej. Fungsi utama pemrosesan imej ialah untuk menghasilkan satu imej yang baru dengan mengolah data supaya kawasan yang diminati dapat ditingkatkan dan kesan hingar dapat dikurangkan ataupun dihapuskan [1].

Pemrosesan imej digital dibahagikan kepada lima kelas asas iaitu peningkatan imej, pemulihan imej, analisis imej, pemampatan imej dan sintesis imej. Pemrosesan imej bagi setiap kelas dilakukan bagi tujuan berikut [2] :-

i. Peningkatan imej

Peningkatan imej (*Image Enhancement*) bertujuan untuk memperbaiki kualiti imej supaya lebih jelas dan menarik. Imej ini dapat dibaiki dengan meningkatkan kontras imej dan mengurangkan kesan hingar.

ii. Pemulihan imej

Seperti juga peningkatan imej, pemulihan imej (*Image Restoration*) juga bertujuan untuk memperbaiki kualiti imej. Pemulihan imej ini digunakan untuk memulihkan semula imej yang telah rosak akibat herotan geometric, hingar yang berulang, pergerakan kamera atau pemfokusan yang tidak tepat.

iii. Analisis imej

Operasi analisis imej (*Image Analysis*) ini biasanya tidak menghasilkan keputusan bergambar tetapi keputusan yang dihasilkan adalah dalam bentuk nombor atau grafik berdasarkan cirri-ciri dari imej asal. Kaedah ini biasanya digunakan pada penggunaan penglihatan mesin.

iv. Pemampatan imej

Pemampatan imej (*Image Compression*) ini bertujuan untuk mengurangkan saiz data bagi memperbaiki kadar penghantaran data dan mengurangkan saiz penyimpanan data. Ini kerana banyak data yang terlibat apabila imej dihantar ketika pemrosesan imej, maka pemampatan imej diperlukan ketika ini.

v. Sintesis imej

Sintesis imej (*Image Synthesis*) membina imej dari imej lain atau dari data bukan imej. Ia digunakan apabila imej yang dikehendaki tidak boleh diperolehi secara fizikal atau ia tidak praktikal untuk diperolehi atau ia langsung tidak wujud secara fizikal contohnya teknik tomografi komputer.

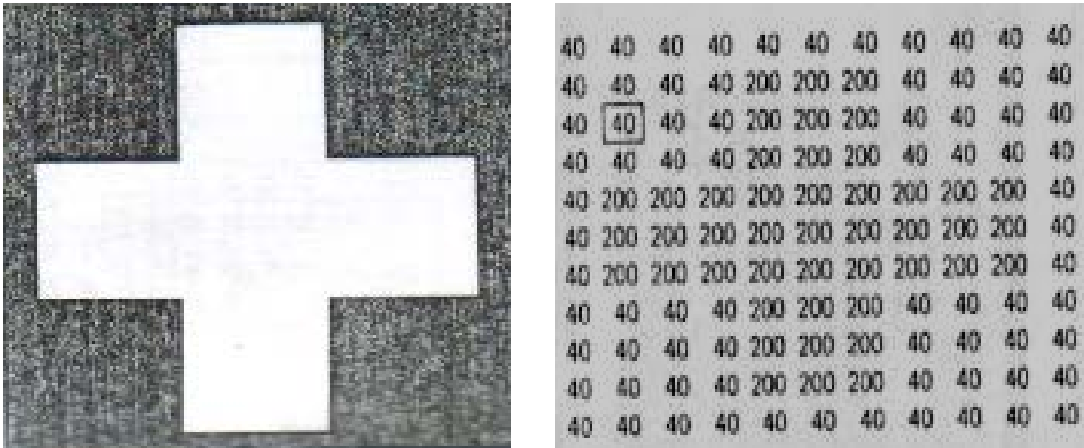
2.2.1 Konsep Asas Pemrosesan Imej Digital

Bahagian yang sebelumnya telah menceritakan tentang pemrosesan imej digital serta tujuannya. Dalam bahagian ini pula akan menghuraikan secara ringkas konsep asas pemrosesan imej digital yang digunakan didalam projek ini. Antara konsep-konsep yang penting dalam bidang pemrosesan imej digital ini ialah pengetahuan asas mengenai imej digit, algoritma pemrosesan imej digit, tahap kelabu dan juga pewarnaan imej tahap kelabu.

2.2.1.1 Imej Digital

Imej digital ialah imej yang boleh difahami oleh komputer. Imej ini diperolehi hasil dari proses perkuantaan dan pensampelan. Proses perkuantaan ialah proses memberikan julat nilai yang bermakna kepada setiap piksel mengikut kekuatan isyarat yang dibawa. Manakala pensampelan ialah proses memecahkan isyarat analog dua dimensi kepada set piksel.

Imej digital merupakan suatu imej berdimensi dua dengan sebilangan tatasusunan nombor. Ini dapat digambarkan dalam **Rajah 2.1 [3]**.



Rajah 2.1: Suatu imej digital dengan tatasusunan nombor yang sepadan

Setiap nombor dalam **Rajah 2.1** mewakili sebahagian kawasan imej dan memberikan makna kecerahan ataupun keamatan imej. Bahagian-bahagian kecil ini dikenali sebagai piksel. Nilai minimum piksel adalah 0, manakala nilai maksimum pula bergantung pada bentuk yang disimpan dalam komputer. Jika piksel disimpan secara 1 bit per piksel. Maka, nilai piksel hanya 0 (hitam) dan 1 (putih) sahaja. Walau bagaimanapun, piksel imej digit tahap kelabu disimpan secara 8 bit per piksel.

2.2.1.2 Teknik-Teknik Pemprosesan Imej Digit

Secara keseluruhan terdapat empat jenis teknik-teknik pemprosesan imej yang berlainan iaitu [2]:

i. Pemprosesan titik

Pemprosesan titik mengubah nilai piksel di dalam imej dengan hanya berdasarkan nilai asal pikselnya dalam menempatkan diri di antara imej.

ii. Pemprosesan ruang

Pemprosesan ruang pula ialah proses yang mengubah nilai piksel, berdasarkan nilai piksel sebenar dan nilai bagi piksel di persekitarannya.

iii. Pemrosesan bingkai

Pemrosesan bingkai ini mengubah nilai sesuatu imej berasaskan kepada nilai piksel yang wujud di dalam satu atau lebih imej yang lain.

iv. Pemrosesan geometri

Pemrosesan geometri ialah proses yang mengubah susunan atau kedudukan piksel pada sesuatu imej berdasarkan kepada transformasi geometri.

Algoritma teknik pemrosesan titik digunakan untuk penyelidikan ini. Pemrosesan titik merupakan asas kepada operasi di dalam pemrosesan imej digit. Ia merupakan algoritma yang mengubah nilai piksel di dalam imej dan bergantung sepenuhnya kepada nilai piksel itu sendiri.

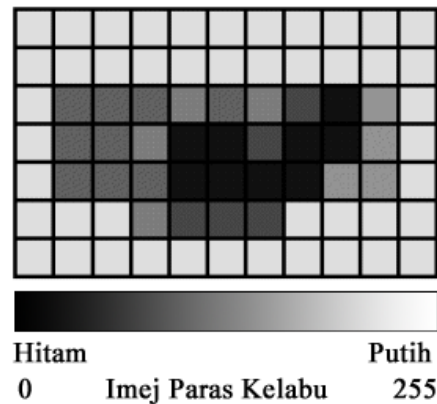
Nilai baru piksel ini adalah berdasarkan kepada nilai asal piksel tersebut. Pemrosesan ini tidak mengubah hubungan ruang (*spatial relationship*) pada imej tersebut. Jadi ia tidak akan mengubah maklumat yang terdapat di dalam imej dan ini akan menyelamatkan maklumat yang terdapat di dalam imej.

2.2.1.3 Skala Kelabu

Julat nilai kuantan bagi imej hitam putih atau imej monokrom dipanggil skala kelabu. Untuk tujuan projek ini, gambar dengan 256 nilai kelabu digunakan. Julat ini bermula dengan hitam dibawa oleh nilai integer 0 dan bertambah ke 255, putih. Setiap nilai kuantan ini dikenali sebagai tahap kelabu. Nilai-nilai tahap kelabu yang lain akan mempunyai tahap kecerahan dan keamatan yang berada di antara dua nilai kelabu 0 hingga 255.

Piksel atau elemen gambar ialah unit terkecil yang mewakili imej digit. Setiap piksel akan membawa nilai integer tertentu yang merupakan tahap kelabu imej tersebut pada kedudukan tertentu. Kombinasi piksel-piksel ini membentuk imej digit. Manakala nilai integer yang dibawa oleh piksel-piksel ini memberikan kecerahan dan keamatan

imej digit tersebut. Imej digit kelabu merupakan input utama kepada perisian projek ini. Setiap piksel imej digit kelabu mempunyai 256 kecerahan dengan 0 mewakili hitam dan 255 pula mewakili putih seperti yang digambarkan dalam **Rajah 2.2** [4].



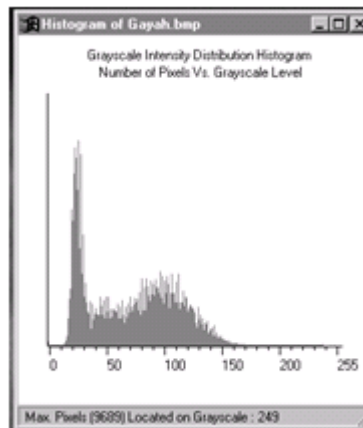
Rajah 2.2 : Julat kecerahan piksel dalam imej kelabu

2.3 Histogram

Histogram memberikan suatu gambaran asas taburan kecerahan dalam sesuatu imej kelabu [3]. Histogram mempunyai hubungan rapat dengan fungsi ketumpatan kebarangkalian. Fungsi ketumpatan kebarangkalian dapat memberitahu kebarangkalian sesuatu piksel di dalam imej mempunyai nilai kelabu tertentu, untuk sekumpulan piksel yang terdapat di dalam imej tersebut. Biasanya, histogram didefinisikan sebagai satu set M nombor yang diberi seperti dalam persamaan (2.1).

$$h(i) = \frac{n(i)}{n} \quad , \text{ untuk } i = 0 \text{ hingga } N \quad (2.1)$$

di mana N mewakili kecerahan maksimum. i merupakan nombor indeks yang mewakili kelabu ke- i manakala $n(i)$ adalah jumlah bilangan piksel dalam imej mempunyai kelabu ke- i dan n mewakili jumlah piksel dalam imej. Contoh suatu perwakilan histogram diberikan dalam **Rajah 2.3**.



Rajah 2.3: Contoh suatu perwakilan Histogram

2.4 Regangan Gelap “Dark Stretching”

Teknik regangan gelap adalah salah satu teknik untuk meningkatkan kualiti imej tahap kelabu. Bagi teknik ini pembolehubah yang penting adalah faktor regangan dan faktor pemampatan. Seterusnya, piksel imej akan dibandingkan dengan kelabu yang maksimum. Persamaan bagi piksel imej adalah seperti persamaan 2.6:

$$\text{Output} = \begin{cases} f(x, y) / CF & \text{for } f(x, y) > Max \\ f(x, y) \times SF & \text{for } f(x, y) < Max \end{cases} \quad (2.6)$$

Dimana $f(x, y)$ = kelabu piksel (x, y)

CF = Faktor pemampatan

SF = Faktor regangan

Max = kelabu permulaan regangan atau kelabu maksimum.

Teknik regangan gelap juga menggunakan modifikasi histogram imej. Algoritma ini sesuai digunakan bagi imej yang mempunyai histogram yang menumpu pada kelabu rendah tetapi tersebar sehingga ke kelabu tinggi. Dengan menggunakan teknik ini kelabu rendah akan disebarkan manakala kelabu tinggi akan dimampatkan. Sebelum itu kadar pemampatan dan regangan kelabu mestilah ditetapkan terlebih dahulu. Dengan menggunakan teknik ini, imej yang kelihatan gelap dapat diceraikan selepas ia diproses

menggunakan teknik ini. Selain teknik ini, terdapat dua lagi teknik lain yang boleh meningkatkan kualiti imej tahap kelabu iaitu regangan kontras "*contrast stretching*" dan regangan cerah "*bright stretching*". Namun begitu, didalam projek ini hanya teknik regangan sahaja akan digunakan dalam menganalisa tekstur.

2.5 Imej Ultrabunyi

Terdapat dua jenis imej perubatan iaitu imej perubatan sinar-x dan ultrabunyi. Dalam projek ini, imej yang diproses melibatkan imej perubatan yang terdiri daripada ultrabunyi yang diperolehi daripada makmal pemprosesan imej USM dan juga pesakit Hospital Kuala Lumpur.

Imej ultrabunyi banyak digunakan dalam pengambilan imej struktur badan. Ultrabunyi merupakan suatu bentuk tenaga tanpa ion yang bergerak melalui satu medium dalam bentuk gelombang tekanan. Jika gangguan tekanan adalah kecil dan dapat diukur ketika gelombang ultrabunyi bergerak, maka suatu perubahan yang cepat pada tekanan gelombang berbanding tekanan persekitaran akan didapati.

Aplikasi ultrabunyi dalam bidang perubatan biasanya menggunakan frekuensi rendah iaitu 500 kHz hingga 30 MHz. Frekuensi optimum yang biasa dipilih dalam suatu penggunaan adalah bergantung kepada keperluan imej ultrabunyi.

Semasa penggambaran imej ultrabunyi, satu transduser ultrabunyi akan diletakkan pada permukaan kawasan kulit pesakit yang hendak digambarkan. Kemudian transduser tersebut akan menghantar suatu denyut yang pendek kedalam tisu badan. Sepanjang perambatan alur denyutan tersebut, ultrabunyi akan dibalikkan apabila bertemu dengan sebarang antaramuka seperti batu kanser. Transduser akan mengutip pembalikkan tersebut dan masa lengahan antara denyut dihantar dengan denyut pembalikkan yang diterima untuk menentukan kedalaman antaramuka pembalikkan tersebut. Selepas pembalikkan alur ultrabunyi yang pertama diterima, alur ultrabunyi yang kedua akan dipancarkan dalam arah yang berlainan ke dalam tisu.

Dengan mengulangi proses ini, keseluruhan kawasan yang ingin diperiksa akan diliputi. Imej dua dimensi dapat dihasilkan dengan pemetaan kedalam yang berbeza-beza daripada pembalikan yang berlainan. Oleh sebab itu kita boleh lihat daripada imej ultrabunyi terdapat banyak kawasan-kawasan tertentu yang mempunyai kecerahan yang berbeza dan setiap kawasan ini mempunyai nama-nama tersendiri seperti berikut :-

- i. Kawasan *anechoic*
- ii. Kawasan *hyperechoic*
- iii. Kawasan *isoechoic*
- iv. Kawasan *eyperechoic*
- v. Kawasan *echogenic*

Walaubagaimana pun, didalam projek ini pemerhatian diberikan kepada kawasan *anechoic* dan *hyperechoic*.

2.5.1 Tanda-Tanda Penyakit

Kerja-kerja mendiagnosis akan menjadi mudah jika semua kanser mempamerkan ciri-ciri yang unik. Tetapi malangnya kesemua kanser ini tidak mempunyai ciri-ciri yang sama. Walaupun banyak kanser menghasilkan corak pertumbuhan yang boleh dikenal pasti, tetapi kesamaan bentuk dan kepadatan antara kebanyakan ketulan benigma dan malignan tidak dapat dielakkan [9].

Mammografi adalah ujian penyaringan untuk mengesan barah pada peringkat awal yang paling baik. Walau bagaimanapun, mammografi tidak berupaya untuk membezakan antara sistik dengan ketulan padat (*solid*). Teknik ultrabunyi biasanya digunakan untuk tujuan ini.

2.5.1.1 Tanda-tanda penyakit pada imej ultrabunyi

Langkah-langkah penting yang biasa diambil oleh para doktor untuk mendiagnosis penyakit ialah melalui pemeriksaan fizikal dan sejarah klinikalnya. Walaupun kedua-dua langkah ini sudah dijalankan, keraguan pasti akan timbul juga

walaupun doktor itu merupakan seorang pakar yang berpengalaman. Jadi peralatan mendiagnosis seperti mammografi dan ultrabunyi dapat membantu para doktor untuk mendiagnosis penyakit dengan lebih yakin.

Ekografi (*Echography*) menunjukkan struktur payudara dan hubungannya antara glandular, lemak dan komponen fibros yang membolehkan para doktor menghubungkan penemuan klinikalnya dan mendiagnosis barah payudara. Teknik ultrabunyi adalah teknik yang terbaik untuk membezakan antara sistik dan ketulan padat. Saiz ketumbuhan akan menentukan samada pesakit berada didalam keadaan normal atau tidak. Bagi saiz ketumbuhan yang kurang dari 5cm maka pesakit masih berada dalam keadaan normal. Jika saiz melebihi 5 cm, ketumbuhan tersebut haruslah dibuang. **Jadual 2.1** Menunjukkan ciri-ciri yang membezakan sistik daripada ketulan pejal [9].

Ciri-ciri	Sistik	Ketulan pejal / padat
Gema dalaman	Tiada	Ada
Ciri posterior	Ditingkatkan, cerah	Berbayang
Gema dari sempadan	Licin	Tajam, bergerigi
Bentuk ketulan	Berbentuk bulat	Tidak sama
Tisu persekitaran	Termampat	Reaktif

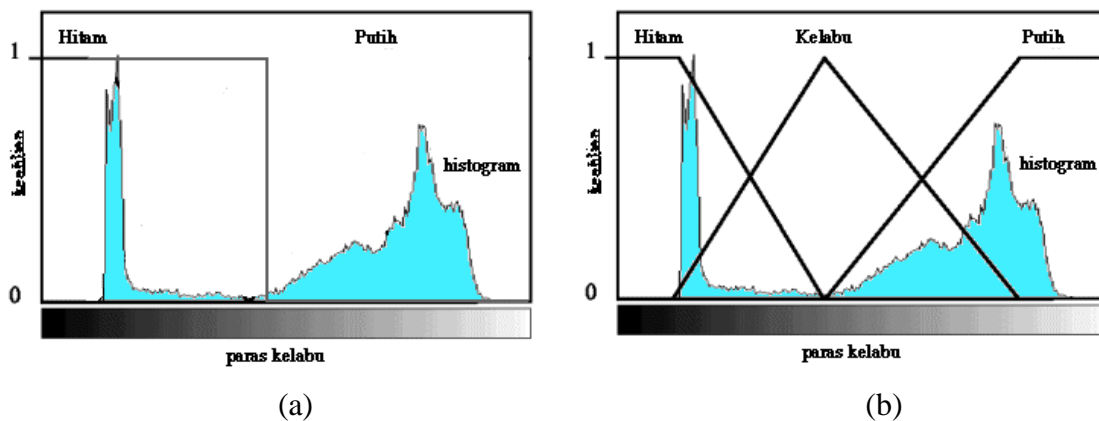
Jadual 2.1 : Ciri-ciri untuk membezakan sistik daripada ketulan padat

Walau bagaimanapun, didalam projek ini pendekatan yang digunakan adalah membezakan sistik dan ketulan padat dari pada nilai kelabu imej ultrabunyi.

2.6 Pendekatan Logik Fuzzi

2.6.1 Pendahuluan

Pada tahun 1965, konsep Logik Fuzzi '*Fuzzy Logic*' dipelopori oleh Dr. Lotfi Zadeh, seorang professor di University of California, Berkley [8]. Konsep logik fuzzi ini asalnya adalah diperkenalkan sebagai suatu alat untuk perwakilan maklumat. Sejak kemajuan dan revolusi perkomputeran, konsep logik ini mula diberi perhatian yang kritikal terutamanya dalam bidang kawalan. Aplikasi logik fuzzi telah direkabentuk seperti mesin basuh Logik Fuzzi, kamera automatik logik fuzzi dan keretapi logik fuzzi. Kemajuan-kemajuan yang menggalakkan dalam bidang-bidang ini telah mendorong kepada penerokaan bidang-bidang lain yang dapat memanfaatkan konsep logik fuzzi. Projek ini dijalankan untuk menerokai potensi dan kelebihan pengaplikasian teknik logik fuzzi dalam membezakan diantara sistik dan ketulan padat bagi imej ultrabunyi. Contoh perwakilan maklumat dalam bentuk logik '*Boolean*' dan Logik Fuzzi diberikan dalam **Rajah 2.4 (a) dan Rajah 2.4 (b)** masing- masing.



Rajah 2.4 : Perwakilan maklumat dalam bentuk Boolean dan Logik Fuzzi

2.6.2 Konsep Asas Logik Fuzzi

Logik Fuzzi merupakan suatu set logik '*Boolean*' yang amat besar dan mampu mewakili keadaan separa benar iaitu tahap di antara keadaan benar dengan tidak benar [8]. Dalam konsep Logik Fuzzi, maklumat diwakilkan dalam bentuk subset fuzzi. Subset fuzzi merupakan lanjutan daripada logik '*Boolean*' dimana logik '*Boolean*'

hanya mempunyai dua subset sahaja iaitu benar atau tidak benar manakala logik fuzzy mempunyai pelbagai subset yang mengambil nilai benar, tidak benar dan separa benar. Suatu subset fuzzy U dari set S boleh didefinisikan sebagai satu set berkembar dengan elemen pertama dari set S dan elemen kedua dari set $\{0, 1\}$. Keadaan sedemikian telah mewakili set S dalam suatu turutan set-set berkembar yang mengambil elemen S dan mengaitkan setiap elemen-elemen tersebut dengan nilai fuzzy sifar ke satu. Nilai sifar mewakili bukan ahli manakala satu mewakili keahlian penuh. Untuk menerangkan kenyataan di atas, kita perhatikan kes berikut. Kebenaran dan kepalsuan dalam kenyataan 'x berada dalam set U' ditentukan oleh elemen kedua set berkembar yang mana sifar menandakan kepalsuan dan satu mewakili benar [6]. Persamaan-persamaan aritmetik bagi set fuzzy diberikan dalam persamaan (2.2), (2.3) dan (2.4).

$$x' \text{ (NOT } x) = 1.0 - \text{kebenaran (} x) \quad (2.2)$$

$$x \text{ AND } y = \text{minimum (kebenaran (} x), \text{kebenaran (} y)) \quad (2.3)$$

$$x \text{ OR } y = \text{maksimum (kebenaran (} x), \text{kebenaran (} y)) \quad (2.4)$$

Sebagai contoh, biar kita mengambil suatu piksel x dari suatu imej yang mewakili set semesta piksel. Kecerahan piksel x boleh diwakili oleh perwakilan Logik Fuzzi seperti persamaan (2.5) yang berikut.

$$\text{kecerahan (} x) = \begin{cases} 0 & , \text{ jika kecerahan (} x) < 50 \\ (\text{kecerahan (} x) - 50) / 150 & , \text{ jika } 50 \leq \text{kecerahan (} x) \leq 200 \\ 1 & , \text{ jika kecerahan (} x) > 200 \end{cases} \quad (2.5)$$

2.6.3 Aplikasi Logik Fuzzi

Aplikasi teori set Fuzzi telah berkembang dengan amat menggalakkan dalam beberapa bidang yang penting terutamanya dalam bidang kawalan, bidang sistem pakar 'expert system' dan bidang pemprosesan imej [8]. Dalam bidang kawalan, konsep logik fuzzy telah dengan berjaya diaplikasikan dalam bidang-bidang berikut :

- i. Kawalan automatik pintu empangan hidroelektrik (*Tokio Electric Pow.*)
- ii. Kawalan satu butang untuk mesin basuh (*Matsushita, Hitachi*)
- iii. Kawalan sistem pemanduan keretapi Jepun (*Hitachi*)

Dalam bidang pemrosesan imej pula, konsep logik fuzzy telah dengan berjaya diaplikasikan dalam bidang- bidang berikut :

- i. Pengesanan tulisan dan objek (*CSK, Hitachi, Hosai Univ., Ricoh*)
- ii. Pengesanan simbol tulisan dengan komputer poket (*Sony*)
- iii. Analisa kanser dalam teknologi perubatan (*Kawasaki Medical School*)

Merengung kepada kejayaan dan kecekapan sistem-sistem dan aplikasi yang disenaraikan di atas, projek ini dilaksanakan berasaskan konsep, teknik dan algoritma logik fuzzy. Dalam projek ini, pengelasan dilakukan secara fuzzy untuk menikmati keupayaan sistem fuzzy dalam permodelan suatu sistem yang kompleks berbanding dengan sistem 'Boolean' yang kurang cekap dan kurang tepat. Sistem fuzzy membenarkan setiap piksel untuk mengambil nilai keahlian jauh lebih tepat dari sistem dua 'Boolean'. Tujuan atau aplikasi utama projek ini adalah untuk menggunakan konsep logik fuzzy untuk membezakan diantara sistik dan ketulan pejal berbantuan komputer yang automatik. Pelbagai teknik telah diaplikasikan dalam projek ini. Antara langkah-langkah logik fuzzy yang utama yang diimplementasikan dalam projek ini disenaraikan seperti berikut [6] :

- i. Fuzzifikasi
- ii. Penetapan syarat fuzzy
- iii. Pengumpulan keluaran syarat
- iv. Difuzzifikasi

2.7 Sistem Pembangunan Perisian

2.7.1 Pendahuluan

Konsep pengaturcaraan peringkat tinggi telah diperkenalkan untuk memudahkan penggunaannya di kalangan masyarakat. Pengaturcara kini tidak akan bimbang mengenai pengaturcaraan peringkat bawah kerana terdapat pelbagai jenis persekitaran pembinaan (juga dikenali sebagai IDE) yang menyediakan konsep pengaturcaraan peringkat tinggi. Kemunculan persekitaran interaktif seperti '*Microsoft® Windows*' pula memperkenalkan suatu konsep pengaturcaraan yang baru iaitu pengaturcaraan visual. Dalam pelaksanaan projek ini, sistem IDE '*Borland C++ Builder*' telah dipilih sebagai medium bahasa pengaturcaraan secara visual.

Selain itu **Matlab 7.0** digunakan dalam pembinaan perisian '*Fuzzy Texture Analysis*'. Perisian ini dipilih kerana ia menyediakan kotak peralatan logik fuzzy bagi memudahkan lagi pembinaan teknik-teknik logik fuzzy yang telah dicadangkan.

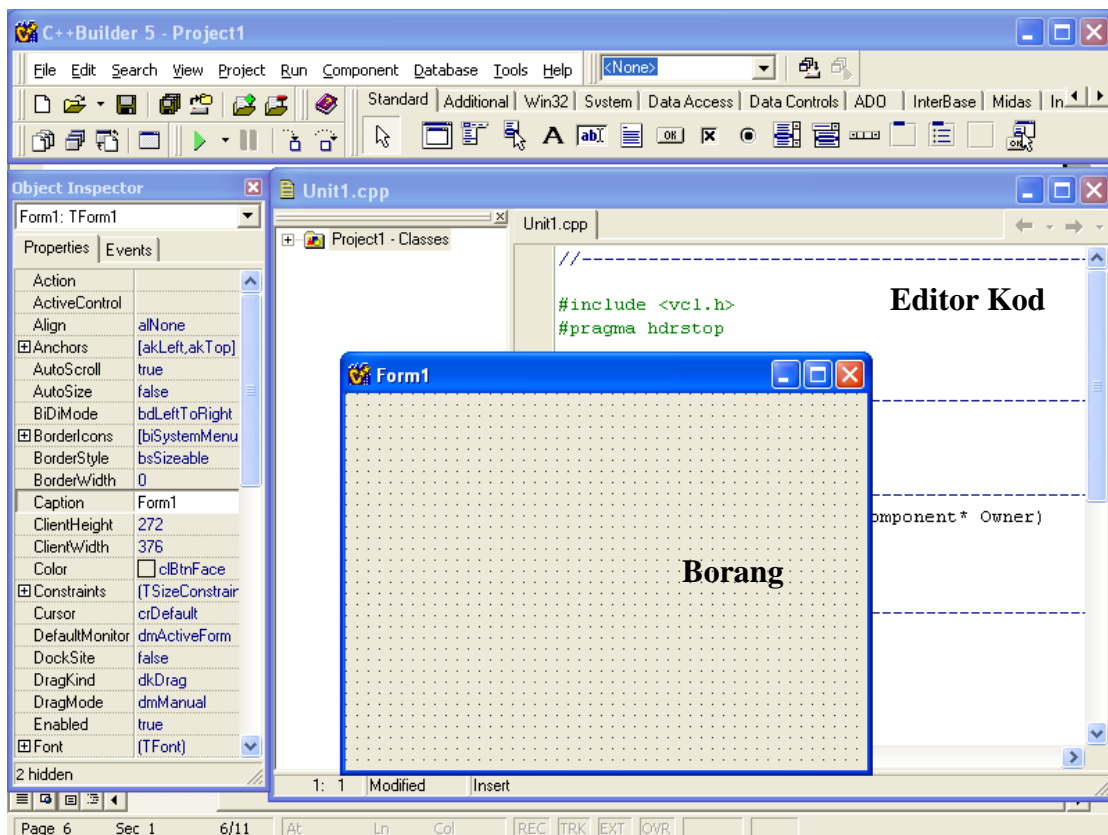
2.7.2 Pengenalan Kepada '*Borland C++ Builder*'

'*Borland C++ Builder*' oleh '*Inprise Corporation*' merupakan sejenis persekitaran pembinaan '*Integrated Development Environment*' (IDE) yang didasarkan kepada bahasa pengaturcaraan C++ [5].

Sistem '*Borland C++ Builder*' terdiri daripada beberapa bahagian utama. Di antara bahagian-bahagian tersebut adalah menu utama dan bar peralatan, papan peralatan, borang, kod editor, pemeriksa objek dan pengurus projek. Bahagian atas tetingkap dikenali sebagai tetingkap utama. Bahagian ini mengandungi butang pantas pada bahagian kiri dan papan komponen pada bahagian kanan. Butang pantas berfungsi untuk membuka, menyimpan dan juga sebagai pengkompil projek. Papan komponen mengandungi pelbagai komponen yang boleh diambil dan diletakkan pada borang '*form*'.

Pemeriksa objek mengandungi satu atau dua perhatian 'tab' bergantung kepada komponen yang dipilih pada waktu itu. 'Borland C++ Builder' akan menyediakan borang yang akan bertindak sebagai tettingkap bagi sesuatu program. Borang editor 'form editor' digunakan untuk meletakkan atau memindahkan komponen di atas borang semasa rekabentuk sesuatu program dilakukan. Pada bahagian belakang borang editor tersembunyi kod editor. Kod editor ini merupakan tempat di mana pengguna akan menulis program. Pemeriksa objek, kod editor, borang editor dan papan komponen adalah digunakan serentak semasa sesuatu aplikasi dibina [5].

Semasa bekerja, setiap bahagian boleh disaizkan semula dan peralatan tambahan boleh dipaparkan jika perlu. Sila rujuk **Rajah 2.5** yang memaparkan antaramuka bagi 'Borland C++ Builder'.



Pemeriksa Objek

Rajah 2.5 : Antaramuka 'Borland C++ Builder'

2.7.3 Ciri- Ciri Sistem Pembangunan '*Borland C++ Builder*'

'*Borland C++ Builder*' menyokong pengaturcaraan secara modular iaitu sebuah perisian yang besar dibahagikan kepada modul-modul yang lebih kecil dan interaksi antara modul-modul ini pula dikawal oleh satu model eksekutif sebagaimana yang direkabentuk oleh pengaturcara [5]. Secara ringkasnya, sistem pengfailan '*Borland C++ Builder*' dihuraikan seperti berikut. '*Borland C++ Builder*' pada asasnya membahagikan sesuatu projek kepada fail-fail berikut :

- i. Fail kod sumber projek
- ii. Fail kod sumber borang utama
- iii. Fail kod pengepala '*header*' borang utama
- iv. Fail kod sumber borang unit
- v. Fail kod pengepala '*header*' borang unit
- vi. Fail sumber '*resource*' projek
- vii. Fail pembinaan projek '*makefile*'

Borang utama pada kebiasaannya bertindak sebagai borang utama dan merupakan paparan interaksi utama dengan pengguna. Borang dan unit-unit yang lain merupakan kod-kod pemprosesan dan algoritma-algoritma pemprosesan imej yang berasingan. Tujuan utama pemisahan algoritma kepada unit-unit yang berasingan adalah untuk memudahkan pembacaan kod dan untuk mengemaskini kod perisian.

2.7.4 Pengenalan Kepada Matlab 7.0

Matlab adalah bahasa persembahan yang tinggi untuk teknikal komputer. Ia menyatukan pengiraan, penggambaran dan pengaturcaraan dalam persekitaran yang mudah digunakan dimana segala masalah dan penyelesaian dapat dinyatakan didalam notasi matematik yang lazimnya digunakan. Kegunaan biasa termasuklah :

- i. Matematik dan pengiraan
- ii. Pembangunan algoritma
- iii. Perolehan data

- iv. Permodelan, simulasi dan permodelan sulung
- v. Analisis data, pertinjauan dan penggambaran
- vi. Saintifik dan grafik kejuruteraan
- vii. Aplikasi pembangunan termasuklah pembinaan antara muka pengguna secara grafik

Matlab mempunyai satu ciri yang dipanggil kotak peralatan (*toolboxes*). Ia adalah sangat penting kepada pengguna Matlab. Kotak peralatan ini membolehkan pengguna belajar dan mengaplikasikan teknologi yang spesifik. Antara teknologi yang terdapat didalam kotak peralatan Matlab termasuklah pemrosesan isyarat, sistem kawalan, rangkaian neural, logik fuzzy, simulasi dan banyak lagi. Walau bagaimanapun tumpuan akan diberikan kepada kotak peralatan logik fuzzy [7].

2.7.5 Ciri-Ciri Kotak Peralatan Logik Fuzzi (*Fuzzy Logic Tollboxes*)

Kotak peralatan fuzzy adalah koleksi fungsi yang dibuat didalam persekitaran pengiraan berangka Matlab. Ia menyediakan peralatan kepada pengguna untuk mereka bentuk dan mengubah suai sistem pemikiran fuzzy dengan menggunakan rangka kerja Matlab, ataupun pengguna boleh membina sendiri sistem fuzzy secara simulasi dengan menggunakan *Simulink*. Pengguna juga boleh membina sendiri sistem fuzzy dengan menggunakan aturcara C [7].

Walaupun bagaimanapun, untuk membina sistem analisis tekstur fuzzy ini, kotak peralatan yang menggunakan antaramuka pengguna grafik akan digunakan. Didalam kotak peralatan ini kesemua peralatan yang diperlukan untuk membina sistem fuzzy telah disediakan termasuklah peralatan untuk mereka bentuk fungsi keahlian bagi masukan dan keluaran dan juga peralatan untuk menentukan syarat-syarat sistem fuzzy yang akan dibangunkan. **Rajah 2.6** memaparkan antaramuka pengguna kotak peralatan logik fuzzy didalam Matlab.