

**KAJIAN BENCANA BANJIR DI DAERAH  
BEAUFORT, SABAH**

**ELDAWATY BINTI MADRAN**



PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UMS

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI  
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA  
SAINS**

**FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2016**

# UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: **KAJIAN BENCANA BANJIR DI DAERAH BEAUFORT, SABAH**

IJAZAH: **SARJANA SAINS (GEOLOGI)**

Saya, **ELDAWATY BINTI MADRAN**, sesi pengajian **2007-2016**; mengaku membenarkan tesis Sarjana ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat seperti berikut:-

1. Tesis ini adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk pengajian sahaja
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tanda (/).

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA 1972).

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan).

TIDAK TERHAD

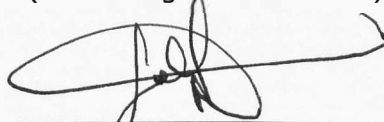


**ELDAWATY BINTI MADRAN**

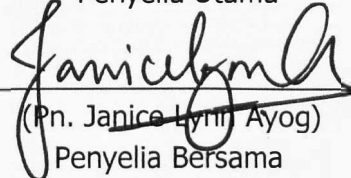
Disahkan oleh,  
**NURULAIN BINTI ISMAIL**  
LIBRARIAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



(Tandatangan Pustakawan)



(Prof. Dr. Felix Tongkul)  
Penyelia Utama



(Pn. Janice Lynn Ayog)  
Penyelia Bersama

Tarikh: 2 September 2016

## PENGAKUAN

Karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

9 Mei 2016



.....  
Eldawaty Binti Madran

PS20078421



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGESAHAN

NAMA : **ELDAWATY BINTI MADRAN**  
NO. MATRIK : **PS20078421**  
TAJUK : **KAJIAN BENCANA BANJIR DI DAERAH BEAUFORT,  
SABAH**  
SARJANA : **SARJANA SAINS (GEOLOGI)**  
TARIKH VIVA : **4 DISEMBER 2015**

**DISAHKAN OLEH;**

**1. PENYELIA**  
Prof. Dr. Felix Tongkul



Tandatangan

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke, is written over a horizontal line.

**2. PENYELIA BERSAMA**  
Puan Janice Lynn Ayog

---

## PENGHARGAAN

Syukur ke hadirat Allah S.W.T kerana dengan izin-Nya saya telah berjaya menyiapkan tesis ini. Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada beberapa pihak di atas bantuan, kerjasama, dan sumbangan sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan tesis ini. Antaranya seperti;

- Prof. Dr. Felix Tongkul selaku penyelia, pensyarah dan individu yang telah banyak memberikan tunjuk ajar, nasihat, sokongan moral serta bantuan dalam menjayakan tesis saya ini.
- Puan Janice Lynn Ayog selaku penyelia bersama yang banyak memberikan tunjuk ajar dan bimbingan.
- Dekan Fakulti Sains dan Sumber Alam (FSSA) iaitu Prof. Dr. Baba Musta dan kakitangan FSSA terutamanya pensyarah-pensyarah Program Geologi yang sentiasa memberikan sokongan dan teguran-teguran yang membina.
- Pihak Pusat Kajian Bencana Alam yang banyak memberi bantuan terutamanya data-data yang berkaitan dengan kajian dan juga peralatan yang digunakan semasa kerja lapangan.
- Staf Jabatan Pengairan dan Saliran Inanam dan Daerah Beaufort yang sentiasa memberikan bantuan dan juga berkongsi maklumat berkaitan seperti data-data hidrologi, laporan dan rekod-rekod banjir.
- Staf Jabatan Tanah dan Ukur terutamanya Encik Simon Pius Ital yang sudi membantu dan memberikan tunjuk ajar kepada saya.
- Semua ahli keluarga terutama sekali kedua-dua ibubapa saya Encik Madran Sanip dan Puan Tainis Indong yang tidak pernah jemu-jemu memberikan bantuan dan sokongan moral. Terima kasih juga kepada Adzimi Madran, Harry @ Khairul Ahumin dan Elannah Madran yang sudi membantu semasa melakukan kerja lapangan.
- Suami tercinta Mohd. Suzailie, anak-anak Aidan Edlie dan Elhan Mifzal yang sentiasa memahami dan memberikan bantuan serta dorongan kepada saya.
- Rakan-rakan seperjuangan iaitu Zulfadzilawati Senin, Wong Fui Peng dan Aida Ab. Wahab yang sentiasa memberikan galakan, berkongsi ilmu dan pendapat yang membina.
- Akhir sekali kepada semua jabatan-jabatan kerajaan mahu pun individu yang pernah membantu saya dalam menjayakan tesis ini namun tidak sempat saya senaraikan di sini.

Eldawaty Binti Madran  
9 Mei 2016

## ABSTRAK

Kawasan kajian terletak di Daerah Beaufort iaitu di Bahagian Pedalaman Sabah. Kajian tertumpu di sekitar Pekan Beaufort dan kampung-kampung berhampiran dengannya dengan keluasan 59 km<sup>2</sup>. Formasi Crocker membentuk kawasan tanah tinggi di bahagian Timurlaut dan Tenggara manakala dataran banjir yang bertopografi rendah dengan julat ketinggian dari 4.5 meter hingga 11 meter terdiri daripada Endapan Aluvium Kuaterner dan Aluvium Resen. Objektif kajian adalah untuk mengenalpasti faktor-faktor penyebab banjir, menentukan lokasi dan keluasan banjir berdasarkan ketinggian paras air sungai, menentukan keluasan gunatanah (infrastruktur dan pertanian) yang dipengaruhi dan berpotensi dilanda banjir, dan akhir sekali mengenalpasti kemungkinan banjir berlaku dan tahap intensiti bahaya banjir berdasarkan topografi kawasan, jarak dari sungai utama dan topografi kedudukan gunatanah infrastruktur dan pertanian. Tiga jenis analisis yang dijalankan dalam kajian ini iaitu analisis keluasan kawasan banjir berdasarkan paras air sungai menggunakan perisian *Global Mapper 10*, analisis multikriteria kemungkinan banjir berlaku dan analisis intensiti bahaya banjir. Analisis multikriteria bahaya banjir dan intensiti bahaya banjir melibatkan teknik pemberat dan ranking dengan menggunakan perisian *Geographic Information System 9.0 (GIS 9.0)* dan Penderiaan Jauh. Tiga parameter tempatan yang digunakan dalam analisis ini iaitu topografi kawasan, jarak dari sungai utama dan topografi kedudukan gunatanah infrastruktur dan pertanian. Banjir yang berlaku dalam kawasan kajian adalah jenis banjir monsun. Banjir monsun dipengaruhi oleh faktor alam semulajadi seperti intensiti hujan yang tinggi semasa Monsun Timurlaut (Mac hingga November), kawasan tadahan sungai yang luas, topografi yang rendah dan hampir landai, corak sungai yang bermeander dan cetek, sistem saliran semulajadi dan perparitan yang kurang efektif. Antara kawasan yang mempunyai tahap intensiti bahaya banjir Tinggi adalah Pekan Beaufort, Kampung Klias Baru, Kampung Limbawang, Kampung Pintas, Kampung Malulugus, Kampung Melati, Kampung Bekalau, Kampung Cina, Kampung Jimpangah, Taman San Min, Kampung Balibata dan Kampung Binunuk. Kampung yang mempunyai tahap intensiti bahaya banjir Sangat Tinggi ialah Kampung Kubu dan Kampung Manalugus.



## **ABSTRACT**

### **FLOOD HAZARD STUDY IN BEAUFORT DISTRICT, SABAH**

*The study area is located in Beaufort District, the Interior Division of Sabah. The study was conducted in the vicinity of Beaufort Town and nearby villages in the Beaufort District which cover about 59 km<sup>2</sup>. The Crocker Formation form the high ground in the Northeast and Southeast area, while the lowland floodplain elevation that ranges from 4.5 meters to 11 meters consists of Quaternary Alluvium and Recent Alluvium. The objectives of this study are to determine the factors causing the flood, to determine the location and extent of flooding based on water level height, determine the land use (infrastructure and agriculture) are affected and potentially affected by the floods, and finally determine the possibility of floods and the intensity level of flood hazard based on the topography of the area, distance from major rivers and topographic location of land use (infrastructure and agricultural). Three types of analysis were carried out, namely, flood area analysis based on water level height of the river using Global Mapper 10 software, multi-criteria analysis of the possibility of floods, and flood hazard intensity. Multi-criteria analysis of the possibility of floods hazard and flood hazard intensity involves weighting and ranking techniques by using Geographic Information System (GIS) and Remote Sensing. Three factors were used in this analysis, namely topographic elevation, distance from the main rivers and land use. The type of flood that occurs in the study area is monsoon floods. The monsoon floods are influenced by natural factors such as heavy rainfall during the Northeast Monsoon (March to November), large river catchment area, low topography, meandering river morphology and shallow river profile, and insufficient drainage system. The areas that have a High intensity level of flood hazard are Beaufort Town, Kampung Klias Baru, Kampung Limbawang, Kampung Pintas, Kampung Malulugus, Kampung Melati, Kampung Bekalau, Kampung Cina, Kampung Jimpangah, Taman San Min, Kampung Balibata and Kampung Binunuk. The area that have Very High intensity level of flood hazard are Kampung Kubu and Kampung Manalugus.*

## SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
<b>TAJUK</b>	i
<b>PENGAKUAN</b>	ii
<b>PENGESAHAN</b>	iii
<b>PENGHARGAAN</b>	iv
<b>ABSTRAK</b>	v
<b><i>ABSTRACT</i></b>	vi
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	vii
<b>SENARAI JADUAL</b>	xi
<b>SENARAI RAJAH</b>	xv
<b>SENARAI FOTO</b>	xix
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xxii
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xxiii
<b>BAB 1: PENGENALAN</b>	1
1.1 Latar Belakang Kejadian Banjir di Sabah	1
1.2 Bencana Banjir	10
1.3 Kawasan Kajian	17
1.4 Kepentingan Kajian	17
1.5 Objektif Kajian	20
1.6 Kekangan Kajian	20
<b>BAB 2: SOROTAN LITERATUR</b>	21
2.1 Kajian Literatur	21
2.2 Kajian Banjir di Sabah	34
2.3 Geografi	37
2.3.1 Iklim	37
2.3.2 Penduduk dan Populasi	40
2.3.3 Kegiatan Ekonomi	41
2.3.4 Gunatanah	43
2.3.5 Geomorfologi	44



a.	Topografi	44
b.	Saliran	46
2.4	Geologi Am	47
2.4.1	Latar Belakang Tektonik Rantau dan Sabah	47
2.4.2	Statrigrafi Bahagian Barat Sabah	49
2.4.3	Statrigrafi Tempatan	53
a.	Formasi Crocker	53
b.	Endapan Kuaternari	55
2.4.4	Geologi Struktur	59
 <b>BAB 3: METODOLOGI</b>		 63
3.1	Pengenalan	63
3.2	Pengumpulan dan Penyediaan Data	63
3.3	Kerja Lapangan	67
3.4	Analisis dan Pentafsiran Data	68
3.4.1	Analisis Keluasan Kawasan Banjir Berdasarkan Ketinggian Paras Air Sungai	69
3.4.2	Analisis Multikriteria Kemungkinan Berlaku Banjir dan Intensiti Bahaya Banjir	69
3.5	Rumusan Metodologi	85
 <b>BAB 4: HASIL</b>		 88
4.1	Pendahuluan	88
4.2	Morfologi Sungai	88
4.2.1	Sungai Reranting	88
4.2.2	Sungai Bermeander	88
4.2.3	Perubahan Morfologi Sungai	91
4.2.4	Luahan Sungai	94
4.3	Kejadian Banjir	96
4.3.1	Intensiti Hujan yang Tinggi	96
4.3.2	Kawasan Tadahan yang Luas	98
4.3.3	Topografi yang Rendah	101
4.3.4	Sungai yang Bermeander dan Cetek	105

4.3.5	Pengaruh Empangan Hidroelektrik Pangi di Tenom	109
4.3.6	Sistem Saliran Semulajadi dan Perparitan	111
4.4	Analisis Keluasan Kawasan Banjir Berdasarkan Ketinggian Paras Air Sungai	118
4.4.1	Lokasi Banjir	118
4.4.2	Keluasan Kawasan Banjir	131
4.5	Analisis Multikriteria Kemungkinan Banjir Berlaku	132
4.5.1	Analisis Multikriteria Kemungkinan Banjir Berlaku Berdasarkan Topografi Kawasan	132
4.5.2	Analisis Multikriteria Kemungkinan Banjir Berlaku Berdasarkan Jarak Dari Sungai Utama	138
4.5.3	Analisis Multikriteria Kemungkinan Banjir Berlaku Berdasarkan Topografi Kedudukan Gunatanah (Infrastruktur)	143
4.5.4	Analisis Multikriteria Kemungkinan Banjir Berlaku Berdasarkan Topografi Kedudukan Gunatanah (Gunatanah)	147
4.6	Analisis Intensiti Bahaya Banjir	151
4.6.1	Analisis Intensiti Bahaya Banjir Berdasarkan Topografi Kawasan dan Jarak dari Sungai Utama	151
4.6.2	Analisis Intensiti Bahaya Banjir Berdasarkan Jarak dari Sungai Utama dan Topografi Kedudukan Gunatanah (Infrastruktur)	155
4.6.3	Analisis Intensiti Bahaya Banjir Berdasarkan Jarak dari Sungai Utama dan Topografi Kedudukan Gunatanah (Pertanian)	159
4.6.4	Analisis Intensiti Bahaya Banjir Berdasarkan Semua Parameter dan Faktor Pemberat	163
<b>BAB 5: PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN</b>		168
5.1	Pendahuluan	168
5.2	Geologi Kawasan Kajian	168
5.3	Faktor-faktor Banjir dalam Kawasan Kajian	169

5.4	Analisis Banjir	172
5.5	Kelebihan Peta Multikriteria Kemungkinan Banjir dan Peta Intensi Bahaya Banjir	179
5.6	Kesimpulan	182
5.7	Cadangan	184
5.7.1	Cadangan untuk Kajian Lanjutan	185
5.7.2	Cadangan dan Mitigasi Banjir Berstruktur	186
5.7.3	Cadangan dan Mitigasi Banjir Tidak Berstruktur	187
	<b>RUJUKAN</b>	188
	<b>LAMPIRAN A</b>	195
	<b>LAMPIRAN B</b> (dalam CD)	210



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 1.1: Anggaran keluasan banjir di beberapa buah daerah dalam Negeri Sabah, (1996)	3
Jadual 1.2: Kawasan-kawasan yang dilanda banjir (dalam kawasan kajian) iaitu kampung-kampung di sepanjang Sungai Padas	9
Jadual 2.1: Faktor dan nilai pemberat mengikut keutamaan	22
Jadual 2.2: Pembahagian faktor kepada beberapa kelas dan nilai sub faktor berdasarkan keutamaan	22
Jadual 2.3: Tiga kategori zon bencana banjir	24
Jadual 2.4: Pengkelasan dan nilai setiap sub faktor	25
Jadual 2.5: Nilai pemberat dan ranking setiap faktor bahaya banjir	26
Jadual 2.6: Lima kategori bencana banjir	27
Jadual 2.7: Nilai pemberat dan ranking setiap faktor risiko banjir	28
Jadual 2.8: Lima kategori risiko banjir	28
Jadual 2.9: Faktor bahaya banjir, pengkelasan dan pemberat yang digunakan untuk menghasilkan peta bahaya banjir	30
Jadual 2.10: Kriteria analisis <i>AHP</i>	30
Jadual 2.11: Skor dan pemberat indikasi bencana banjir	31
Jadual 2.12: Huraian tahap bencana banjir	32
Jadual 2.13: Parameter dan pemberat	33
Jadual 2.14: Pemberat dan ranking setiap faktor bahaya banjir	34
Jadual 2.15: Senarai kajian yang berkaitan dengan kajian banjir di Sabah	36
Jadual 3.1: Jenis-jenis dan sumber data sekunder yang digunakan dalam kajian	63
Jadual 3.2: Parameter topografi kawasan dibahagikan kepada 16 sub parameter dengan nilai ranking 0 hingga 15	71
Jadual 3.3: Parameter jarak dari sungai utama dibahagikan kepada 49 sub parameter dengan nilai ranking 1 hingga 49	73

Jadual 3.4:	Parameter Gunatanah (Infrastruktur dan Pertanian) dibahagikan kepada 14 sub parameter dengan nilai ranking 0 hingga 13	75
Jadual 3.5:	Formula analisis multikriteria kemungkinan banjir berlaku untuk satu parameter di setiap zon 100 m x 100 m	77
Jadual 3.6:	Lima tahap kemungkinan banjir berlaku berdasarkan topografi kawasan	78
Jadual 3.7:	Lima tahap kemungkinan banjir berlaku jarak dari sungai utama	79
Jadual 3.8:	Lima tahap kemungkinan banjir berlaku berdasarkan topografi kedudukan gunatanah (infrastruktur ataupun pertanian)	80
Jadual 3.9:	Formula analisis intensiti bahaya banjir berdasarkan lebih dari satu parameter di setiap zon 100 m x 100 m	81
Jadual 3.10:	Tahap intensiti bahaya banjir berdasarkan parameter topografi kawasan dan jarak dari sungai utama	82
Jadual 3.11:	Tahap intensiti bahaya banjir berdasarkan jarak dari sungai utama dan topografi kedudukan gunatanah (infrastruktur ataupun pertanian)	83
Jadual 3.12:	Tahap intensiti bahaya banjir berdasarkan semua parameter	84
Jadual 4.1:	Kaitan kadar luahan sungai dan paras air dengan peristiwa banjir besar di Daerah Beaufort	95
Jadual 4.2:	Kaitan banjir yang berlaku di Daerah Tenom (hulu Sungai Padas) dan Daerah Beaufort (hilir Sungai Padas)	100
Jadual 4.3:	Lokasi banjir berdasarkan ketinggian paras air sungai dengan selang ketinggian 0.6 meter	120
Jadual 4.4:	Anggaran keluasan kawasan banjir berdasarkan ketinggian paras air sungai pada 7.5 meter hingga 10.5 meter <i>AMSL</i>	131
Jadual 4.5:	Hasil analisis multikriteria kemungkinan banjir berlaku dan bilangan sub zon berdasarkan parameter topografi kawasan	133

Jadual 4.6:	Hasil analisis multikriteria kemungkinan banjir berlaku dan bilangan sub zon berdasarkan jarak dari sungai utama	139
Jadual 4.7:	Hasil analisis multikriteria kemungkinan banjir berlaku dan bilangan sub zon berdasarkan topografi kedudukan gunatanah (infrastruktur)	143
Jadual 4.8:	Hasil analisis multikriteria kemungkinan banjir berlaku dan bilangan sub zon berdasarkan topografi kedudukan gunatanah (pertanian)	147
Jadual 4.9:	Analisis intensiti bahaya banjir berdasarkan topografi kawasan dan jarak dari sungai utama	152
Jadual 4.10:	Analisis intensiti bahaya banjir berdasarkan jarak dari sungai utama dengan topografi kedudukan gunatanah (infrastruktur)	155
Jadual 4.11:	Analisis intensiti bahaya banjir berdasarkan jarak dari sungai utama dengan topografi kedudukan gunatanah (pertanian)	159
Jadual 4.12:	Analisis intensiti bahaya banjir berdasarkan semua parameter dan faktor pemberat	163
Jadual 5.1:	Keluasan kawasan banjir berdasarkan ketinggian paras air sungai	173
Jadual 5.2:	Senarai kampung-kampung dan kawasan penempatan berdasarkan kebarangkalian banjir ketinggian kawasan	175
Jadual 5.3:	Senarai kampung-kampung dan kawasan penempatan berdasarkan kebarangkalian banjir jarak dari sungai utama	175
Jadual 5.4:	Senarai kampung-kampung dan kawasan penempatan berdasarkan kebarangkalian banjir ketinggian kedudukan infrastruktur	177
Jadual 5.5:	Senarai kampung-kampung dan kawasan penempatan berdasarkan kebarangkalian banjir ketinggian kedudukan infrastruktur	177



Jadual 5.6: Senarai kampung-kampung dan kawasan penempatan berdasarkan ketinggian kawasan, jarak dari sungai utama dan ketinggian gunatanah (infrastruktur dan tanaman)

179



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 1.1:	Peta menunjukkan kawasan banjir di Sabah. 4
Rajah 1.2:	Lokasi kawasan kajian yang terletak di Pedalaman Sabah. 18
Rajah 1.3:	Peta dasar kawasan kajian dengan keluasan 59 km <sup>2</sup> 19
Rajah 2.1:	Graf hujan tahunan Daerah Beaufort (dari tahun 1985 hingga 2013). 38
Rajah 2.2:	Graf hujan bulanan Daerah Beaufort dari tahun 1985 hingga 1998. 39
Rajah 2.3:	Graf hujan bulanan Daerah Beaufort dari tahun 1999 hingga bulan Februari 2014. 39
Rajah 2.4:	Carta pai populasi penduduk Daerah Beaufort berdasarkan kumpulan etnik. 40
Rajah 2.5:	Keluasan dalam hektar tanaman utama di Daerah Beaufort. 43
Rajah 2.6:	Pelan Pembangunan Daerah Beaufort. 44
Rajah 2.7:	Imej <i>Digital Terrain Model (DTM)</i> kawasan kajian dengan selang kontur 0.5 meter. 45
Rajah 2.8:	Peta saliran kawasan kajian. 46
Rajah 2.9:	Peta geologi Sabah (diubahsuai daripada Yin, 1985). 49
Rajah 2.10:	Ringkasan statigrifi Sabah. 52
Rajah 2.11:	Peta geologi kawasan Beaufort Sabah. 58
Rajah 2.12:	Analisis lineamen positif menggunakan kaedah roset dengan bilangan bacaan, n=13. 59
Rajah 2.13:	Lineamen positif bertren Timurlaut-Baratdaya, menunjukkan bahawa arah canggaan kawasan kajian adalah dari arah Baratlaut-Tenggara. 60
Rajah 2.14:	Taburan lineamen negatif dalam kawasan kajian. 61
Rajah 2.15:	Analisis lineamen negatif menggunakan kaedah roset dengan bilangan bacaan, n=147 menunjukkan arah canggaan adalah dari Baratlaut-Tenggara. 62

Rajah 3.1:	Pembahagian jarak dari sungai dengan selang 100 meter dilakukan berdasarkan jarak pemampasan ( <i>buffer</i> ) dari sungai utama.	72
Rajah 3.2:	Pengiraan keluasan topografi kawasan, gunatanah (infrastruktur dan tanaman) berdasarkan topografi dalam zon analisis.	76
Rajah 3.3:	Carta aliran bagi mengenalpasti punca berlakunya banjir di Daerah Beaufort.	85
Rajah 3.4:	Carta aliran metodologi bagi menentukan lokasi dan menganggar keluasan kawasan yang mengalami banjir dan berpotensi dilanda banjir.	86
Rajah 3.5:	Carta aliran metodologi untuk mengenalpasti tahap intensiti bahaya banjir di setiap zon.	87
Rajah 4.1:	Corak saliran ranting pada Sungai Klias.	89
Rajah 4.2:	Bulatan A dan B menunjukkan perubahan bentuk dan penganjakan meander Sungai Padas bagi tahun 1983, 2008 dan 2014.	91
Rajah 4.3:	Graf hujan bulanan bagi banjir Disember 1996, Januari 2007, Mac 2009 dan Februari 2014.	97
Rajah 4.4:	Graf hujan kumulatif bagi banjir yang berlaku pada bulan Disember 1996, Januari 2007, Mac 2009 dan Februari 2014.	98
Rajah 4.5:	Sungai-sungai utama dalam kawasan tadahan Sungai Padas.	99
Rajah 4.6:	Topografi kawasan kajian dan keratan rentas dari arah Baratdaya-Timurlaut.	103
Rajah 4.7:	Profil topografi kawasan kajian.	104
Rajah 4.8 (a):	Keratan rentas Sungai Padas tahun 1999, 2000 dan 2001.	106
Rajah 4.8 (b):	Keratan rentas Sungai Padas dari tahun 2002, 2003 dan 2004.	107
Rajah 4.8 (c):	Keratan rentas Sungai Padas tahun 2005 dan 2006.	108
Rajah 4.9:	Peta kedudukan Empangan Hidroelektrik Pangi, Tenom.	110

Rajah 4.10:	Peta analisis zon banjir.	124
Rajah 4.11:	Keluasan kawasan banjir di zon analisis pada paras ketinggian air sungai 7.5 meter <i>AMSL</i> .	125
Rajah 4.12:	Keluasan kawasan banjir di zon analisis pada paras ketinggian air sungai 8.1 meter <i>AMSL</i> .	126
Rajah 4.13:	Keluasan kawasan banjir di zon analisis pada paras ketinggian air sungai 8.7 meter <i>AMSL</i> .	127
Rajah 4.14:	Keluasan kawasan banjir di zon analisis pada paras ketinggian air sungai 9.3 meter <i>AMSL</i> .	128
Rajah 4.15:	Keluasan kawasan banjir di zon analisis pada paras ketinggian air sungai 9.9 meter <i>AMSL</i> .	129
Rajah 4.16:	Keluasan kawasan banjir di zon analisis pada paras ketinggian air sungai 10.5 meter <i>AMSL</i> .	130
Rajah 4.17:	Peta menunjukkan sebanyak 4523 sub zon analisis bersaiz 100 m x 100 m.	136
Rajah 4.18:	Peta multikriteria kemungkinan banjir berdasarkan parameter topografi kawasan.	137
Rajah 4.19:	Peta multikriteria kemungkinan banjir berdasarkan parameter jarak dari sungai utama.	142
Rajah 4.20:	Peta multikriteria kemungkinan banjir berdasarkan parameter topografi kedudukan gunatanah (Infrastruktur).	146
Rajah 4.21:	Peta multikriteria kemungkinan banjir berdasarkan parameter topografi kedudukan gunatanah (Pertanian).	150
Rajah 4.22:	Peta intensiti bahaya banjir berdasarkan parameter topografi kawasan dan jarak dari sungai utama.	154
Rajah 4.23:	Peta intensiti bahaya banjir berdasarkan parameter topografi kedudukan gunatanah infrastruktur dan jarak dari sungai utama.	158
Rajah 4.24:	Peta intensiti bahaya banjir berdasarkan parameter topografi kedudukan gunatanah pertanian dan jarak dari sungai utama.	162

Rajah 4.25: Peta intensiti bahaya banjir berdasarkan gabungan semua parameter dan pemberat.

167



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI FOTO

	Halaman
Foto 1.1:	Banjir besar menenggelami sebahagian kawasan Pekan Beaufort pada bulan Januari hingga Februari 1981. 7
Foto 1.2:	Banjir Disember 1996 menenggelami sebahagian Pekan Beaufort. 7
Foto 1.3:	Banjir yang melanda Daerah Beaufort pada bulan Mac 2009. 8
Foto 1.4:	Garisan merah menunjukkan paras banjir mencecah 3.25 meter pada Februari 2014 di Kampung Balibata, Beaufort. 9
Foto 1.5:	Sebahagian pagar sekolah SK. Lupak yang roboh akibat banjir (April 2009). 11
Foto 1.6:	Hakisan tebing Sungai Padas menyebabkan runtuh jalan raya di Kampung Labung (April 2009). 11
Foto 1.7:	Hakisan tebing Sungai Padas menyebabkan sebahagian dapur rumah penduduk roboh di Kampung Lupak Tuhi (April 2009). 12
Foto 1.8:	Banjir menyebabkan pengendapan sedimen seperti pasir dan lumpur di Jalan Raya Beaufort-Gadong (Mac 2009). 12
Foto 1.9:	Pembinaan ban batuan di tebing Sungai Padas (Oktober 2014). 13
Foto 1.10:	Pintu kawalan banjir berhampiran Taman San Min, Pekan Beaufort (Oktober 2014). 14
Foto 1.11:	Struktur seperti injap menghalang pengaliran semula air yang dialirkan ke Sungai Padas ke kawasan Pekan Beaufort (Oktober 2014). 14
Foto 1.12:	Anggota Angkatan Tentera Malaysia membantu memindahkan mangsa banjir (Mac 2009). 15
Foto 1.13:	Dewan Pa' Musa antara pusat pemindahan sementara mangsa banjir bagi penduduk yang tinggal berhampiran dengan Pekan Beaufort (Mac 2009). 16
Foto 2.1:	Tanaman kelapa sawit di Jalan Labui (Mac, 2009). 41
Foto 2.2:	Tanaman pisang di Kampung Klias Baru (Mac, 2009). 42



Foto 2.3:	Kuari pasir di tebing Sungai Padas yang terletak di Kampung Binunuk, Beaufort (Oktober 2014).	42
Foto 2.4:	Singkapan Formasi Crocker, selang lapis batu pasir berketebalan nipis hingga tebal dengan syal nipis hingga tebal di belakang perumahan Taman Sri Panglima (Mac 2009).	53
Foto 2.5:	Singkapan Formasi Crocker, batuan konglomerat pelbagai saiz yang disimen oleh lumpur, Taman Sri Panglima (Mac 2009).	54
Foto 2.6:	Singkapan Formasi Crocker, selang lapis batu pasir berketebalan nipis dengan syal nipis hingga tebal, Jalan Jimpangah (Oktober, 2014).	55
Foto 2.7:	Endapan Aluvium Holosen (alluvium sungai) di tebing Sungai Padas, Kampung Lupak Tuhi (April, 2009).	56
Foto 2.8:	Endapan Aluvium Holosen (alluvium sungai) di anak Sungai Binunuk (Oktober 2014).	56
Foto 2.9:	Aluvium sungai yang terendap dan meninggikan tebing Sungai Padas selepas banjir, Perumahan Kerajaan Pekan Beaufort (April, 2009).	57
Foto 4.1:	Imej satelit <i>Google Earth</i> menunjukkan corak meander Sungai Padas.	89
Foto 4.2:	Bulatan A (merah) menunjukkan tasik ladam, bulatan B (kuning) menunjukkan alur penggalan meander dan garis putus-putus C (putih) menunjukkan jalur meander.	90
Foto 4.3:	Hakisan dan pengendapan sungai menyebabkan perubahan dan penganjakan dalam dua buah meander(bulatan A-berwarna kuning dan bulatan B-berwarna putih) Sungai Padas dalam kawasan kajian.	93
Foto 4.4:	Bulatan kuning dalam siri fotograf udara yang menunjukkan beting pasir pada Sungai Padas berubah menjadi daratan dan sungai menjadi lurus serta lebih sempit.	94
Foto 4.5:	Anak Sungai Balibata yang sempit dan cetek (Oktober 2014).	112
Foto 4.6:	Anak Sungai Binunuk yang mengalami hakisan tebing dan	112

	cetek (Oktober 2014).	
Foto 4.7:	Alur Sungai Klias yang sempit dan cetek (Oktober 2014).	113
Foto 4.8:	Limpahan air Sungai Padas mengalir masuk ke dalam parit monsun di sepanjang Jalan Beufort-Klias (Mac 2009).	114
Foto 4.9:	Air banjir dari parit melimpahi jalan raya di Kampung Klias Baru (Mac 2009).	114
Foto 4.10:	Air banjir daripada Sungai Padas mula melimpahi parit di Kampung Cina (November 2008).	115
Foto 4.11:	Sistem perparitan yang kurang efektif di Kampung Lumatai (November 2008).	116
Foto 4.12:	Sistem perparitan yang cetek dan kurang efektif di Kampung Jimpangah (Oktober 2014).	116
Foto 4.13:	Sampah sarap dan semak akan menghalang aliran air hujan, di Kampung Jimpangah (Oktober 2014).	117
Foto 4.14:	Parit yang ditumbuhi rumput dan semak menghalang pengaliran air, parit Jalan Klias Satu (Oktober 2014).	117



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI SINGKATAN

<b>AHP</b>	-	<i>Analytical Hierarchy Process</i>
<b>AMSL</b>	-	<i>Above Mean Sea Level</i>
<b>CD</b>	-	<i>Compact Disk</i>
<b>DEM</b>	-	<i>Digital Elevation Model</i>
<b>DSM</b>	-	<i>Digital Surface Model</i>
<b>DTM</b>	-	<i>Digital Terrain Model</i>
<b>GIS</b>	-	<i>Geographical Information System</i>
<b>Ha</b>	-	Hektar
<b>JMM</b>	-	Jabatan Meteorologi Malaysia
<b>JPS</b>	-	Jabatan Pengairan dan Saliran
<b>JPBW</b>	-	Jabatan Perancangan Bandar dan Wilayah
<b>JTU</b>	-	Jabatan Tanah dan Ukur
<b>JUEM</b>	-	Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia
<b>Kg.</b>	-	Kampung
<b>Km</b>	-	Kilometer
<b>Km<sup>2</sup></b>	-	Kilometer per segi
<b>m</b>	-	Meter
<b>m<sup>2</sup></b>	-	Meter per segi
<b>mm</b>	-	Milimeter
<b>m/s<sup>3</sup></b>	-	Meter padu per saat
<b>ORI</b>	-	<i>Ortorectified Image</i>
<b>RSO</b>	-	<i>Rectified Skew Orthomorpnic</i>
<b>Ruj.</b>	-	Rujukan
<b>SRTM</b>	-	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
<b>3D</b>	-	3 Dimensi

## SENARAI LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A: Laporan banjir dari Jabatan Pengairan dan Saliran	195
Lampiran B: Keadaan banjir pada paras 7.5 meter hingga 10.5 meter (dalam <i>CD</i> )	210



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH