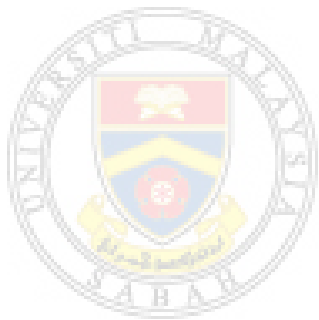


# KAJIAN BANJIR DI DAERAH TENOM, SABAH



WONG FUI PENG

UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2013

KAJIAN BANJIR DI DAERAH TENOM, SABAH

WONG FUI PENG



SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2013

## PENGAKUAN

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

13 Mac 2013

---

Wong Fui Peng  
PS20098020



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGESAHAN

**NAMA** : WONG FUI PENG  
**NO. MATRIK** : PS20098020  
**TAJUK** : KAJIAN BANJIR DI DAERAH TENOM, SABAH  
**SARJANA** : SARJANA SAINS  
**TARIKH VIVA** : 9 JANUARI 2013

## DISAHKAN OLEH

Tandatangan

**1. PENYELIA**

Prof. Dr. Felix Tongkul

**2. PENYELIA BERSAMA**

Puan Janice Lynn Ayog



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGHARGAAN

Saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada pihak yang telah memberi sumbangan, sokongan dan bantuan dalam pelaksanaan tesis ini. Antara pihak yang terlibat ialah:

- Prof. Dr. Felix Tongkul selaku penyelia utama dan Puan Janice Lynn Ayog (SKTM) selaku penyelia bersama yang telah memberi banyak tunjuk ajar dan bimbingan kepada saya.
- Prof. Dr. Shariff AK Omang Al-Haj dan Prof. Madya Dr. Juhari Mat Akhir (UKM) selaku pemeriksa telah memberi komen-komen yang berguna dalam menjayakan kajian ini.
- Para Staf UMS terutamanya pensyarah program Geologi yang telah memberi sokongan dan pendapat mengenai kajian bencana alam.
- Staf Pusat Pengajian Pascasiswazah yang sering membantu saya terutamanya Encik Masrin Samian.
- Staf dan pelajar Unit Kajian Bencana Alam, Sekolah Sains dan Teknologi yang sering membantu, memberi dorongan dan sokongan kepada saya.
- Staf Jabatan Pengairan dan Saliran terutamanya Encik Andy Fong dan Encik Yih Chin Hing yang telah memberi pendapat dan membekalkan maklumat berkaitan banjir di Daerah Tenom.
- Para staf Jabatan Tanah dan Ukur terutamanya Encik Simon Pius Ital yang sering membantu dan memberi tunjuk ajar kepada saya.
- Staf Pejabat Daerah Tenom yang telah membekalkan pelbagai maklumat kepada saya.
- Semua penduduk Daerah Tenom yang telah memberi kerjasama dalam menjayakan kajian ini.
- Ahli keluarga dan rakan-rakan yang sering memberi sokongan kepada saya.
- Jabatan-jabatan Kerajaan yang pernah membantu saya dalam menjayakan kajian ini.

## ABSTRAK

### KAJIAN BANJIR DI DAERAH TENOM, SABAH

Kawasan kajian terletak di Daerah Tenom iaitu di Pedalaman Sabah dengan keluasan 445 km<sup>2</sup>. Kawasan kajian terdiri daripada Formasi Crocker, Endapan Aluvium Pleistosen dan Endapan Aluvium Holosen. Dua jenis banjir telah dikenalpasti di kawasan kajian iaitu banjir kilat dan banjir monsun. Kedua-dua jenis banjir ini dipengaruhi oleh proses semulajadi dan aktiviti manusia. Banjir kilat dipengaruhi oleh topografi yang rendah, morfologi sungai, alur sungai yang kecil dan cetek serta sistem perparitan yang kurang efektif. Banjir monsun dipengaruhi oleh kawasan tadahan yang sangat besar, topografi yang rendah, morfologi sungai yang bermeander dan sungai yang agak cetek. Di lokasi analisis yang berkeluasan 59 km<sup>2</sup> iaitu terletak di tengah kawasan kajian, Banjir Kecil berlaku pada paras 176 meter meliputi kawasan seluas 382.4 hektar, infrastruktur; 5.2 hektar, tanaman; 175.5 hektar dan berlaku berdekatan tebing sungai di tengah lokasi analisis dan juga di Sungai Padas iaitu Kampung Lintong dan Sapong. Banjir Sederhana berlaku pada paras 178 meter meliputi kawasan seluas 1854.5 hektar, infrastruktur; 46.0 hektar, tanaman; 821.0 hektar dan berlaku secara meluas di Timur Sungai Padas iaitu di Kampung Binsilon, Kampung Lintong dan Kampung Mentalik. Selain itu, keluasan banjir di Barat Sungai Pegalan lebih ketara berbanding Timur Sungai Pegalan. Banjir Besar berlaku pada paras 180 meter meliputi kawasan seluas 3014.5 hektar, infrastruktur; 120.2 hektar, tanaman; 1402.0 hektar dan melanda dengan luas di Timur Sungai Padas dan Barat Sungai Pegalan. Selari dengan tiga senario di atas, kawasan berpotensi banjir berlaku pada paras 180-181 meter meliputi kawasan seluas 363.9 hektar, infrastruktur; 28.3 hektar, tanaman; 217.2 hektar dan berpotensi melanda sebahagian besar di Utara lokasi analisis terutamanya di sebelah Timur Sungai Pegalan. Analisis tahap keseriusan banjir di lokasi analisis mendapati kategori Sangat Rendah (Hijau) mempunyai 171 zon, kategori Rendah (Hijau Muda) mempunyai 1447 zon, kategori Sederhana (Kuning) mempunyai 1906 zon, kategori Tinggi (Jingga) mempunyai 393 zon dan tidak terdapat sebarang zon dalam kategori Sangat Tinggi (Merah). Selain itu, kategori Tinggi mempunyai infrastruktur seluas 5.3 hektar, tanaman seluas 194.5 hektar dan terletak di Sungai Padas terutamanya di Sapong dan Kampung Lintong.

## **ABSTRACT**

*The study area is located in Tenom District, the Interior of Sabah which covers an area of 445 km<sup>2</sup>. The study area underlain by the Crocker Formation, Pleistocene Alluvial Deposits and Holocene Alluvial Deposits. Generally, two types of floods are identified in the study area, there are flash flood and monsoon flood. The flash flood is influenced by low topography, river morphology, narrow river channels and ineffective drainage system. The monsoon flood is influenced by the big catchment, low topography, meandering river morphology and shallow river profile. In the location of flood hazard analysis (59 km<sup>2</sup>) which is located in the middle of the study area, Small Flood occurs at the elevation of 176 meters which covers an area of 382.4 hectares, infrastructures; 5.2 hectares, crops; 175.5 hectares and occupy along the riverbank at the centre of the location of analysis and also at Padas River especially Kampung Lintong and Sapong. Moderate Flood occurs at the elevation of 178 meters which covers an area of 1854.5 hectares, infrastructures; 46.0 hectares, crops; 821.0 hectares and occupy widely at the Eastern part of Padas River (Kampung Binsilon, Kampung Lintong and Kampung Mentalik). Meanwhile, the flood acreage at the Eastern part of Pegalan River is more significant than the Western part. Large Flood occurs at the elevation of 180 meters which covers an area of 3014.5 hectares, infrastructures; 120.2 hectares, crops; 1402.0 hectares and occupy at the Eastern part of Padas River and the Western part of Pegalan River. The potential flood occurs at the elevation of 180-181 meters which covers an area of 363.9 hectares, infrastructures; 28.3 hectares, crops; 217.2 hectares and occupy mostly at the North of location of analysis especially Eastern part of Pegalan River. The flood hazard analysis found that the Very Low category (Green) consists of 171 zones, Low category (Light Green) consists of 1447 zones, Moderate category (Yellow) consists of 1906 zones, High category (Orange) consists of 393 zones (most severe) and none of the zone from Very High category (Red). The zones from High category cover an infrastructures of 5.3 hectares, crops; 194.5 hectares and located at the Padas River especially at Sapong and Kampung Lintong.*

## 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>	x
<b>SENARAI RAJAH</b>	xiii
<b>SENARAI FOTO</b>	xviii
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xxi
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xxii
<b>BAB 1: PENGENALAN</b>	1
1.1 Definisi Dan Konsep	1
1.2 Kawasan Kajian	7
1.3 Rasional Kajian	7
1.4 Objektif	7
1.5 Kajian Literatur	10
<b>BAB 2: METODOLOGI</b>	23
2.1 Pengenalan	23
2.2 Pengumpulan Dan Penyediaan Data	23
2.3 Kerja Lapangan	24
2.4 Analisis Dan Pentafsiran Data	25
2.5 Rumusan Metodologi	33
2.6 Kekangan Kajian	35



<b>BAB 3: GEOGRAFI DAN GEOLOGI AM</b>	36
3.1 Pendahuluan	36
3.2 Geografi	36
3.2.1 Iklim	36
3.2.2 Penduduk Dan Populasi	36
3.2.3 Kegiatan Ekonomi	38
3.2.4 Gunatanah	41
3.2.5 Geomorfologi	43
3.3 Geologi Am	45
3.3.1 Stratigrafi Tadahan Kawasan Kajian	45
3.3.2 Stratigrafi Tempatan	48
3.3.3 Geologi Struktur	54
<b>BAB 4: MORFOLOGI SUNGAI DAN KEJADIAN BANJIR</b>	57
4.1 Pendahuluan	57
4.2 Morfologi Sungai	57
4.2.1 Corak Sungai	57
4.2.2 Perubahan Morfologi Sungai	63
4.2.3 Luahan Sungai	70
4.3 Kejadian Banjir	73
4.3.1 Banjir Kilat	76
4.3.2 Banjir Monsun	83
4.4 Kesan Negatif Kejadian Banjir	88
4.5 Kesan Positif Kejadian Banjir	93
4.6 Pelaksanaan Mitigasi	95
<b>BAB 5: LOKASI, KELUASAN KAWASAN DAN KELUASAN GUNATANAH YANG MENGALAMI BANJIR DAN BERPOTENSI MENGALAMI BANJIR</b>	98
5.1 Pendahuluan	98
5.2 Lokasi Banjir	98
5.3 Keluasan Kawasan Yang Mengalami Banjir Dan Berpotensi Mengalami Banjir	111

5.4	Keluasan Gunatanah Yang Mengalami Banjir Dan Berpotensi Mengalami Banjir	112
<b>BAB 6: ANALISIS TAHAP KESERiusAN BANJIR</b>		114
6.1	Pendahuluan	114
6.2	Analisis Mengikut Zon Banjir	114
6.3	Analisis Tahap Keseriusan Banjir	116
6.3.1	Analisis Keseriusan Banjir Berdasarkan Satu Parameter	116
6.3.2	Analisis Tahap Keseriusan Banjir Berdasarkan Lebih Dari Satu Parameter	125
<b>BAB 7: PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN</b>		136
7.1	Pendahuluan	136
7.2	Geologi Tadahan Kawasan Kajian	136
7.3	Luahan Sungai	136
7.4	Faktor Banjir Di Kawasan Kajian	137
7.5	Keluasan Banjir	139
7.6	Keseriusan Banjir	140
7.7	Kelebihan Peta Tahap Keseriusan Banjir	142
7.8	Rumusan Kajian	145
7.9	Kesimpulan	146
7.10	Cadangan	147
<b>RUJUKAN</b>		150
<b>LAMPIRAN</b>		156

## SENARAI JADUAL

	Halaman	
Jadual 1.1	Daerah yang terdedah dengan kejadian banjir pada tahun 1996	2
Jadual 1.2	Sejarah banjir yang berlaku di Daerah Tenom	4
Jadual 1.3	Faktor diberi nilai pemberat mengikut kepentingannya	11
Jadual 1.4	Pembahagian faktor kepada beberapa kelas dan diberi nilai sub pemberat mengikut kepentingannya dalam faktor	11
Jadual 1.5	Tiga jenis kategori zon bencana banjir	12
Jadual 1.6	Faktor dan subfaktor yang digunakan dalam kajian	13
Jadual 1.7	Nilai faktor dan subfaktor yang digunakan dalam menentukan bencana banjir	15
Jadual 1.8	Lima kategori yang digunakan dalam menentukan kategori bencana banjir	15
Jadual 1.9	Nilai faktor dan subfaktor yang digunakan dalam menentukan risiko banjir	16
Jadual 1.10	Lima kategori yang digunakan dalam menentukan kategori risiko banjir	16
Jadual 1.11	Lima kriteria dalam menentukan kawasan yang terdedah dengan banjir	18
Jadual 1.12	Empat faktor digunakan dalam menentukan tahap bencana banjir	19
Jadual 1.13	Empat tahap dalam kategori bencana banjir	19
Jadual 1.14	Senarai nama pengkaji yang menjalankan kajian banjir di Sabah	22
Jadual 2.1	Bahagian ketinggian topografi yang bersela 0.5 meter	28
Jadual 2.2	Pemberat dan ranking yang digunakan untuk menentukan tahap keseriusan banjir di setiap zon 100 m x 100 m	29

Jadual 2.3	Formula analisis tahap keseriusan banjir berdasarkan satu parameter di setiap zon 100 m x 100 m	32
Jadual 2.4	Formula analisis tahap keseriusan banjir berdasarkan lebih dari satu parameter di setiap zon 100 m x 100 m	32
Jadual 2.5	Kategori tahap keseriusan banjir di setiap zon 100 m x 100 m	33
Jadual 2.6	Carta aliran metodologi untuk mengenalpasti faktor kejadian banjir	33
Jadual 2.7	Carta aliran metodologi untuk menentukan lokasi, keluasan kawasan dan keluasan gunatanah (infrastruktur dan tanaman) yang mengalami banjir dan berpotensi mengalami banjir	34
Jadual 2.8	Carta aliran metodologi untuk mengenalpasti tahap keseriusan banjir di setiap zon	34
Jadual 4.1	Nama sungai yang dihubungkan dengan Sungai Pegalan dan Sungai Padas	58
Jadual 4.2	Sejarah banjir yang berlaku di Tenom dari bulan Disember tahun 1996 hingga 2009	72
Jadual 4.3	Luahan ( $m^3/s$ ) yang direkodkan semasa banjir dari bulan Disember 1996 hingga November 2008	72
Jadual 4.4	Kawasan yang mengalami banjir kilat	79
Jadual 4.5	Kawasan yang mengalami banjir monsun	83
Jadual 5.1	Keluasan kawasan, gunatanah dan lokasi banjir di lokasi analisis	110
Jadual 5.2	Keluasan kawasan, infrastruktur, tanaman dan hutan/ tanah lapang berdasarkan ketinggian topografi	112
Jadual 6.1	Kategori tahap keseriusan banjir berdasarkan ketinggian Kawasan	117
Jadual 6.2	Kategori tahap keseriusan banjir berdasarkan jarak dari sungai utama	117
Jadual 6.3	Kategori tahap keseriusan banjir berdasarkan ketinggian kedudukan infrastruktur	118

Jadual 6.4	Kategori tahap keseriusan banjir berdasarkan ketinggian kedudukan infrastruktur mengikut nilai minimum dan maksimum	119
Jadual 6.5	Kategori tahap keseriusan banjir berdasarkan ketinggian kedudukan tanaman	119
Jadual 6.6	Kategori tahap keseriusan banjir berdasarkan ketinggian kawasan dan jarak dari sungai utama	125
Jadual 6.7	Kategori tahap keseriusan banjir berdasarkan jarak dari sungai utama dan ketinggian kedudukan infrastruktur	127
Jadual 6.8	Kategori tahap keseriusan banjir berdasarkan jarak dari sungai utama dan ketinggian kedudukan infrastruktur mengikut nilai minimum dan maksimum	127
Jadual 6.9	Kategori tahap keseriusan banjir berdasarkan jarak dari sungai utama dan ketinggian kedudukan tanaman	128
Jadual 6.10	Kategori tahap keseriusan banjir berdasarkan semua Parameter	129
Jadual 6.11	Kategori tahap keseriusan banjir berdasarkan semua parameter mengikut nilai minimum dan maksimum	129
Jadual 7.1	Lokasi dan keluasan kawasan yang mengalami banjir dan berpotensi mengalami banjir	146
Jadual 7.2	Keluasan gunatanah (infrastruktur dan tanaman) yang mengalami banjir dan berpotensi mengalami banjir	147

## SENARAI RAJAH

	Halaman	
Rajah 1.1	Peta kawasan banjir di Sabah	2
Rajah 1.2	Lokasi kawasan kajian yang terletak di Pedalaman Sabah	8
Rajah 1.3	Peta dasar kawasan kajian yang berkeluasan 445 km <sup>2</sup>	9
Rajah 2.1	Pengiraan keluasan kawasan, infrastruktur dan tanaman berdasarkan ketinggian topografi di zon 100 m x 100 m	28
Rajah 3.1	Taburan hujan tahunan di Stesen Lagud Sebrang, Tenom	37
Rajah 3.2	Taburan hujan bulanan di Stesen Lagud Sebrang, Tenom	37
Rajah 3.3	Carta pai populasi Daerah Tenom	37
Rajah 3.4	Keluasan tanaman di Daerah Tenom dalam kiraan hektar	41
Rajah 3.5	Peta gunatanah kawasan kajian	42
Rajah 3.6	Peta topografi kawasan kajian	44
Rajah 3.7	Sistem saliran di kawasan kajian	46
Rajah 3.8	Stratigrafi tadahan kawasan kajian	47
Rajah 3.9A	Peta geologi kawasan kajian	49
Rajah 3.9B	Keratan rentas A-B, C-D dan E-F	50
Rajah 3.10	Lineamen negatif menunjukkan arah canggaan adalah hampir Tenggara-Baratlaut	55
Rajah 3.11	Lineamen positif yang bertren hampir Timurlaut-Baratdaya menunjukkan arah canggaan adalah hampir Tenggara-Baratlaut	56
Rajah 4.1	Kawasan kajian yang terletak di tadahan Sungai Pegalan dan Sungai Padas	58
Rajah 4.2	Lokasi sungai yang dihubungkan dengan Sungai Pegalan dan Sungai Padas. Rajah juga menunjukkan lokasi stesen telemetri yang merekodkan data luahan	59

Rajah 4.3	Morfologi sungai kawasan kajian pada tahun 1962 dan petak kuning menunjukkan perubahan morfologi sungai antara tahun 1962 dan tahun 1982 (Rajah 4.4)	64
Rajah 4.4	Morfologi sungai kawasan kajian pada tahun 1982. Petak kuning menunjukkan perubahan morfologi sungai antara tahun 1962 (rujuk Rajah 4.3) dan tahun 1982 manakala bulatan hijau menunjukkan perubahan morfologi sungai antara tahun 1982 dan tahun 1995 (Rajah 4.5)	65
Rajah 4.5	Morfologi sungai kawasan kajian pada tahun 1995. Bulatan hijau menunjukkan perubahan morfologi sungai antara tahun 1982 (rujuk Rajah 4.4) dan tahun 1995 manakala petak merah menunjukkan perubahan morfologi sungai antara tahun 1995 dan tahun 2006 (Rajah 4.6)	66
Rajah 4.6	Morfologi sungai kawasan kajian pada tahun 2006. Petak merah menunjukkan perubahan morfologi sungai antara tahun 1995 (rujuk Rajah 4.5) dan tahun 2006 manakala bulatan ungu menunjukkan meander yang dijangka akan terpotong pada masa hadapan	67
Rajah 4.7	Purata luahan tahunan dari stesen telemetri Ansip	71
Rajah 4.8	Purata luahan tahunan dari stesen telemetri Biah	71
Rajah 4.9	Purata luahan tahunan dari stesen telemetri Kemabong	71
Rajah 4.10	Dataran rendah Tenom yang dijana dari <i>SRTM</i> menerusi perisian <i>Global Mapper</i> menunjukkan kawasan kajian adalah rendah dan dikelilingi kawasan perbukitan	73
Rajah 4.11	Bahagian berwarna ungu menunjukkan kawasan banjir di kawasan kajian	74
Rajah 4.12	Lokasi kejadian banjir pada bulan Januari, Jun dan Disember tahun 1996 di kawasan kajian	75
Rajah 4.13	Petak merah (A) merupakan kawasan banjir kilat yang disebabkan Sungai Naluyan, Kalang dan Uloi manakala kawasan banjir kilat di petak biru (B) disebabkan Sungai Bunut	77
Rajah 4.13A	Banjir kilat akibat dari Sungai Naluyan, Sungai Kalang dan Sungai Uloi	78
Rajah 4.13B	Banjir kilat di Pekan Tenom akibat dari Sungai Bunut	79

Rajah 4.14	Data taburan hujan harian tahun 2009 yang diperoleh dari Stesen Penyelidikan Koko Lagud-Tenom, kawasan kajian	80
Rajah 4.15	Garis kuning menunjukkan dataran rendah atau banjir yang berketinggian <200 meter dari paras laut purata	85
Rajah 4.16	Ketinggian topografi bagi dataran rendah Tenom, Kemabong, Keningau dan Sook di mana ketinggian topografi dataran rendah Tenom adalah paling rendah antara kesemua dataran yang dinyatakan	86
Rajah 4.17	Morfologi rantau Sungai Pegalan dan Sungai Padas	87
Rajah 4.18	Zon pengelasan tanah	89
Rajah 5.1	Lokasi analisis yang berkeluasan 59 km <sup>2</sup> terletak di tengah kawasan kajian	99
Rajah 5.2	<i>Digital Terrain Model (DTM)</i> lokasi analisis banjir	100
Rajah 5.3	Peta menunjukkan sebanyak 34 lokasi dikenalpasti untuk melihat keadaan banjir	101
Rajah 5.4	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 174 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	102
Rajah 5.5	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 174.5 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	103
Rajah 5.6	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 175 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	103
Rajah 5.7	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 175.5 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	104
Rajah 5.8	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 176 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	104
Rajah 5.9	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 176.5 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	105
Rajah 5.10	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 177 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	105
Rajah 5.11	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 177.5 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	106



Rajah 5.12	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 178 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	106
Rajah 5.13	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 178.5 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	107
Rajah 5.14	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 179 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	107
Rajah 5.15	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 179.5 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	108
Rajah 5.16	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 180 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	108
Rajah 5.17	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 180.5 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	109
Rajah 5.18	Keadaan banjir di lokasi analisis pada paras ketinggian 181 meter (imej dengan <i>vertical exaggeration</i> 10)	109
Rajah 5.19	Tren keluasan kawasan, infrastruktur, tanaman dan tanah lapang/hutan mengikut ketinggian topografi	111
Rajah 6.1A	Peta menunjukkan sebanyak 3917 zon banjir yang berkeluasan 100 m x 100 m	115
Rajah 6.1B	Rajah menunjukkan lokasi zon dari 1 hingga 3917	"dalam CD"
Rajah 6.2	Peta tahap keseriusan banjir berdasarkan ketinggian kawasan menunjukkan kebanyakan zon Sangat Tinggi terletak berdekatan sungai utama	120
Rajah 6.3	Peta tahap keseriusan banjir berdasarkan jarak dari sungai utama menunjukkan kebanyakan zon Sangat Tinggi terletak berhampiran dengan sungai utama	121
Rajah 6.4	Peta tahap keseriusan banjir berdasarkan ketinggian kedudukan infrastruktur menunjukkan kebanyakan zon Sederhana terletak berdekatan Sungai Padas Utama	122
Rajah 6.5	Peta tahap keseriusan banjir berdasarkan ketinggian kedudukan infrastruktur mengikut nilai minimum dan maksimum menunjukkan kebanyakan zon yang serius terletak di Barat sungai utama	123

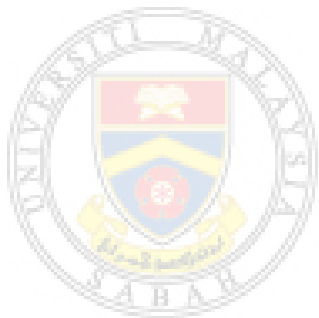
Rajah 6.6	Peta tahap keseriusan banjir berdasarkan ketinggian kedudukan tanaman menunjukkan kebanyakan zon Sangat Tinggi terletak di Sungai Padas berbanding Sungai Pegalan	124
Rajah 6.7	Peta tahap keseriusan banjir berdasarkan ketinggian kawasan dan jarak dari sungai utama menunjukkan kebanyakan zon Sangat Tinggi terletak di sepanjang sungai terutamanya di Sungai Padas	130
Rajah 6.8	Peta tahap keseriusan banjir berdasarkan jarak dari sungai utama dan ketinggian kedudukan infrastruktur menunjukkan hanya terdapat satu zon Sangat Tinggi iaitu di G(II)	131
Rajah 6.9	Peta tahap keseriusan banjir berdasarkan jarak dari sungai utama dan ketinggian kedudukan infrastruktur mengikut nilai minimum dan maksimum menunjukkan kebanyakan zon Sangat Tinggi dan Tinggi terletak di sepanjang sungai utama	132
Rajah 6.10	Peta tahap keseriusan banjir berdasarkan jarak dari sungai utama dan ketinggian kedudukan tanaman menunjukkan kebanyakan zon Sangat Tinggi terletak di Sungai Padas	133
Rajah 6.11	Peta tahap keseriusan banjir berdasarkan semua parameter menunjukkan kebanyakan zon Tinggi terletak di Sungai Padas berbanding Sungai Pegalan	134
Rajah 6.12	Peta tahap keseriusan banjir berdasarkan semua parameter mengikut nilai minimum dan maksimum menunjukkan kebanyakan zon Tinggi terletak di Sungai Padas berbanding Sungai Pegalan	135

## SENARAI FOTO

		Halaman
Foto 1.1	Garis merah menunjukkan paras banjir yang mencecah 2.30 meter pada Mac 2009 di Kampung Binsilon, Daerah Tenom	4
Foto 1.2	Keadaan banjir pada 13 Mac 2009 di Pekan Tenom	5
Foto 1.3	Keadaan banjir pada 13 Mac 2009 di Pekan Tenom	5
Foto 1.4	Hakisan tebing sungai berlaku hingga ke belakang rumah di Kampung Pantongan, Daerah Tenom pada September tahun 2009	6
Foto 1.5	Pekan Tenom menerusi gambar yang diambil dari udara	8
Foto 3.1	Penanaman kelapa sawit di Sapong yang merupakan hasil utama pertanian di Tenom	38
Foto 3.2	Penanaman getah di Kampung Entabuan	39
Foto 3.3	Penanaman kopi di Kampung Tenom Lama	39
Foto 3.4	Penanaman koko di Sapong	40
Foto 3.5	Penanaman padi yang berada di kawasan dataran banjir di Kampung Duluk	40
Foto 3.6	Endapan Aluvium Pleistosen yang terdiri daripada bahan tak terkonsolidat di S1 di Kampung Mantailang	52
Foto 3.7	Teres menunjukkan ketebalan Endapan Aluvium Pleistosen yang melebihi 10 meter di S1 di Kampung Mantailang	53
Foto 3.8	Endapan Aluvium Pleistosen di S2 di Kampung Mansasoh Baru	53
Foto 3.9	Endapan Aluvium Holosen di tepi Sungai Pegalan di Kampung Binsilon	54
Foto 4.1	Sungai bermeander yang terdapat di Sungai Padas	60
Foto 4.2	Tinggalan tasik ladam Sungai Padas di Sapong	61
Foto 4.3	Tasik ladam yang terdapat di Sapong	61

Foto 4.4	Bulatan kuning menunjukkan tasik ladam yang terjadi hasil pemotongan meander manakala bulatan merah menunjukkan pembentukan pulau atau beting di Sungai Pegalan	62
Foto 4.5	Projek pemotongan meander secara buatan di bulatan berwarna kuning untuk mengelakkan hakisan tebing di Kampung Pantongan (garis merah)	68
Foto 4.6	Projek pemotongan meander di Kampung Saga pada September 2009	69
Foto 4.7	Bulatan kuning menunjukkan sungai baru hasil daripada pemotongan meander	69
Foto 4.8	Sungai Naluyan yang bersaiz kecil dan cetek di Kampung Kanar	81
Foto 4.9	Sungai Uloi yang bersaiz kecil dan cetek di Kampung Uloi	81
Foto 4.10	Hakisan di Sungai Uloi yang terletak berhampiran dengan Sungai Pegalan	82
Foto 4.11	Sistem perparitan yang kurang efektif di Kampung Kalang	82
Foto 4.12	Sungai utama yang cetek di Kampung Saga	90
Foto 4.13	Hakisan tebing di sepanjang sungai	91
Foto 4.14	Hakisan di sepanjang sungai di Kampung Pantongan pada September 2009	91
Foto 4.15	Hakisan sungai di Kampung Pantongan pada Julai 2011	92
Foto 4.16	Longgokan sampah-sarap dan lumpur tersekat di pagar SRJK (C) Chung Hwa, Pekan Tenom pada April 2009	94
Foto 4.17	Kerosakan infrastruktur di Stesen Kereta Api di Pekan Tenom pada Mac 2009	94
Foto 4.18	Tanaman pokok pisang yang mengalami banjir pada Mac 2009	95
Foto 4.19	Penggantian sistem pembentungan yang bersaiz besar di Kampung Kalang untuk mengalirkan air larian	96

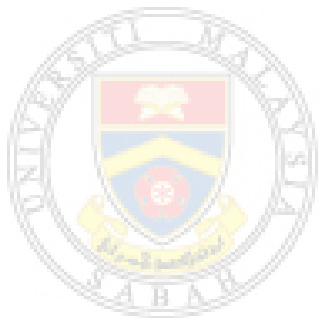
Foto 4.20	Pembinaan sistem perparitan bersaiz besar dapat diperhatikan di SRJK (C) Chung Hwa, Pekan Tenom pada tahun 2009	96
Foto 4.21	Pembinaan benteng batuan untuk mencegah hakisan tebing Sungai Padas di Kampung Saga	97
Foto 4.22	Pembinaan tebing konkrit untuk mengelakkan hakisan Sungai Naluyan di Kampung Naluyan	97



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI SINGKATAN

<b>AHP</b>	<i>Analytical Hierarchy Process</i>
<b>CD</b>	<i>Compact Disc</i>
<b>DTM</b>	<i>Digital Terrain Model</i>
<b>GIS</b>	<i>Geographic Information System</i>
<b>Km</b>	Kilometer
<b>Km<sup>2</sup></b>	Kilometer per segi
<b>m</b>	Meter
<b>mm</b>	Milimeter
<b>m<sup>2</sup></b>	Meter per segi
<b>m/s<sup>3</sup></b>	Meter padu per saat
<b>SRTM</b>	<i>Shuttle Radar Topographic Mission</i>

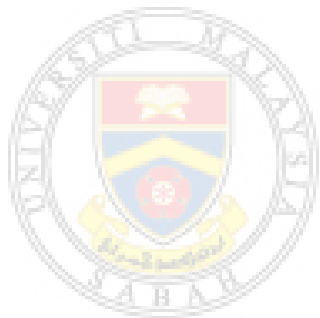


UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## SENARAI LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A	Laporan Banjir Semasa 156
Lampiran B	Keadaan Banjir Pada Paras 174 meter Hingga 181 Meter 163
Lampiran C	Keluasan Kawasan, Infrastruktur dan Tanaman (m <sup>2</sup> ) Berdasarkan Ketinggian Topografi "dalam CD" 193
Lampiran D	Lokasi Zon Analisis Keseriusan Banjir Berdasarkan Satu Parameter 195
Lampiran E	Keluasan Analisis Tahap Keseriusan Banjir Berdasarkan Ketinggian Kawasan 196
Lampiran F	Keluasan Kawasan Mengikut Analisis Tahap Keseriusan Banjir Berdasarkan Jarak dari Sungai Utama 197
Lampiran G	Keluasan Analisis Tahap Keseriusan Banjir Berdasarkan Ketinggian Kedudukan Infrastruktur 198
Lampiran H	Keluasan Analisis Tahap Keseriusan Banjir Berdasarkan Analisis Ketinggian Kedudukan Infrastruktur Mengikut Nilai Minimum dan Maksimum 199
Lampiran I	Lokasi Zon Analisis Keseriusan Banjir Berdasarkan Lebih Dari Satu Parameter 200
Lampiran J	Keluasan Analisis Tahap Keseriusan Banjir Berdasarkan Ketinggian Kedudukan Tanaman 202
Lampiran K	Lokasi Zon Analisis Keseriusan Banjir Berdasarkan Lebih Dari Satu Parameter 204
Lampiran L	Keluasan Mengikut Analisis Tahap Keseriusan Banjir Berdasarkan Ketinggian Kawasan dan Jarak dari Sungai Utama 206
Lampiran M	Keluasan Mengikut Analisis Tahap Keseriusan Banjir Berdasarkan Jarak dari Sungai Utama dan Ketinggian Kedudukan Infrastruktur 204
Lampiran N	Keluasan Mengikut Analisis Tahap Keseriusan Banjir Berdasarkan Jarak dari Sungai Utama dan Ketinggian Kedudukan Infrastruktur Mengikut Nilai Minimum dan Maksimum 206

Lampiran N	Keluasan Mengikut Analisis Tahap Keseriusan Banjir Berdasarkan Jarak dari Sungai Utama dan Ketinggian kedudukan Tanaman	208
Lampiran O	Keluasan Mengikut Analisis Tahap Keseriusan Banjir Berdasarkan Semua Parameter	210
Lampiran P	Keluasan Mengikut Analisis Tahap Keseriusan Banjir Berdasarkan Semua Parameter Mengikut Nilai Minimum dan Maksimum	213



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH