



## Perubahan gunatanah dan taburan hujan luar biasa di daerah-daerah pedalaman Negeri Kedah

Tuan Pah Rokiah Syed Hussain<sup>1</sup>, Hamidi Ismail<sup>1</sup>, Mat Khalid Md Noh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jabatan Perancangan dan Pembangunan Hartanah, Pusat Pengajian Kerajaan, Kolej Undang-Undang, Kerajaan dan Pengajian Antarabangsa, Universiti Utara Malaysia

Correspondence: Hamidi Ismail (email: hamidi@uum.edu.my)

### Abstrak

Perubahan gunatanah memberi kesan negatif kepada taburan hujan yang akhirnya mewujudkan bencana banjir. Kajian ini bertujuan untuk melihat hubungan antara perubahan gunatanah dengan taburan hujan di beberapa daerah pedalaman Kedah iaitu Kubang Pasu, Padang Terap, Pendang dan Sik. Analisis terhadap data hujan menggunakan graf bar secara bulanan dari tahun 1990-2013. Data gunatanah adalah dari tahun 1984-2012 dan analisis perubahan gunatanah menggunakan *Patch Density* dan *Size Metrics* melalui Ujian *Mean Patch Size* serta *Mean Perimeter-Area Ratio*. Hasil kajian mendapati perubahan gunatanah dari tahun 1984-2012 adalah selari dengan kejadian taburan hujan luar biasa dan luar biasa ekstrim di beberapa daerah pedalaman Kedah. Akhirnya, bencana banjir besar melanda beberapa daerah di Kedah seperti Kubang Pasu dan Kota Setar yang dikatakan terburuk sejak 30 tahun iaitu pada tahun 2005 dan 2010. Oleh kerana itu, dasar berkaitan dengan pembangunan tanah perlu dimantapkan agar bencana alam seperti banjir luar biasa dapat dikurangkan pada masa hadapan.

**Katakunci:** analisis ruangan, banjir, *edge metrics*, hujan luarbiasa, perubahan gunatanah, *patch density*

## Land use change and the distribution of extraordinary rainfall in the interiors of Kedah, Malaysia

### Abstract

Changes in land use may exert a negative impact on rainfall which may eventually lead to catastrophic flooding. This study examines the relationship between changes in land use with rainfall distribution in some interior districts of Kedah, namely, Kubang Pasu, Padang Terap, Pendang and Sik. Analysis of rainfall data was by using monthly bar graphs from year 1990 to 2013. The land use data were from year 1984 to 2012 and land use change analysis utilised the Patch Density and Size Metrics through the Test Mean and Mean Patch Size Perimeter to Area Ratio. The study found that changes in land use from year 1984 to 2012 were in line with exceptional and extreme rainfall events in some interior district of Kedah. Consequently, a huge flood hit several areas in Kedah such as Kubang Pasu and Kota Setar in 2005 and 2010 which according to some were the worst over the last 30 years. This means that policies related to land development should be strengthened so that natural disasters such as exceptional and extraordinary floods like this can be avoided in the future.

**Keywords:** edge metrics, extreme rainfall, flooding, land use changes, patch density, spatial analysis

## Pengenalan

Malaysia merupakan negara yang kaya dengan sumber air disebabkan hujan tahunan yang mencukupi iaitu antara 1500 mm sehingga 3000 mm setahun dengan purata 2400 mm. Walau bagaimanapun, Malaysia sering dilanda oleh pelbagai bencana berkaitan air seperti kemarau dan banjir. Sebab utama berlakunya bencana air ialah taburan hujan yang tidak sekata atau menentu baik dari segi ruang dan masa (Chan, 2002). Secara umumnya, taburan hujan tahunan bagi kawasan kajian iaitu Daerah Kota Setar, Sik dan Padang Terap (selatan) adalah lebih kurang 2400 mm dan kawasan yang terletak ke arah utara Daerah Kubang Pasu dan Daerah Padang Terap (utara) menerima hujan tahunan yang lebih rendah iaitu kurang daripada 2200 mm.

Namun begitu, kawasan ini kerap dilanda taburan hujan luar biasa yang mampu mengakibatkan bencana banjir. Misalnya, hujan lebat di Kedah yang memuncak pada 17 Disember 2005 telah mengakibatkan banjir di negeri tersebut selama beberapa hari. Malahan, Kedah telah menerima hujan yang melebihi nilai purata bulanan semenjak bulan November 2005. Pada tahun 2010 pula Daerah Kubang Pasu, Padang Terap dan Pendang mencatatkan jumlah hujan antara 300-530 mm untuk episod tersebut. Seterusnya, pada 30 Oktober 2010 hingga 03 November 2010 adalah lebih lebat berbanding dengan episod hujan pada 15-19 Disember 2005. Bagi kawasan kajian iaitu Alor Setar, didapati jumlah hujan untuk episod ini ialah 207 mm iaitu hampir dua kali ganda berbanding jumlah yang dicatatkan pada Disember 2005 sebanyak 119 mm. Kejadian banjir pada 1 November 2010, jumlah mangsa banjir yang dipindahkan untuk negeri Kedah adalah seramai 29, 963 orang (Utusan Malaysia, 2010).

Walaupun bagaimanapun, Balek (1983) menyatakan perubahan gunatanah memberi kesan kepada suhu, kadar sejatan, pergerakan angin dan keadaan semulajadi muka bumi. Malah, Abdul Samad Hadi dan Tohardi (1973) serta Yarnal et al. (1997) mendapati kesan pembangunan ke atas ruangan tanpa kawalan rapi boleh mewujudkan bencana banjir dan memusnahkan harta benda, mahupun nyawa penduduk setempat kerana berlaku gangguan terhadap sistem cuaca seperti hujan dan suhu persekitaran. Pendapat tersebut turut dikuatkuatkan oleh hujah Khairulmaini Osman Salleh (1994; 2000) iaitu gangguan manusia dalam ekosistem lembangan saliran mengubah regim hujan dan akhirnya mengundang risiko atau bencana banjir yang signifikan. Bagi beliau interaksi dua hala yang rumit antara komponen manusia dengan sistem-sistem alam sekitar fizikal dalam sesebuah lembangan saliran akan mengakibatkan wujudnya konflik antara manusia dengan alam sekitar fizikal. Perubahan gunatanah biasanya berlaku apabila terdapat ketidakselarasan antara proses bio-fizikal dengan tindakan manusia yang mempunyai kadar ketidakseimbangan tinggi dalam sesebuah ekosistem. Menurut Oliver (1975), gunatanah yang berubah mampu mengancam kesejahteraan dan keselamatan hidup manusia. Muhammad Barzani Gasim et al. (2010) berpendapat perubahan gunatanah berpunca daripada pembangunan infrastruktur yang tidak terkawal atau aktiviti pertanian tidak mampan.

Jelas bahawa perubahan gunatanah sering memberi kesan kepada corak taburan hujan di sesebuah kawasan yang akhirnya mewujudkan bencana banjir dan memusnahkan harta benda mahupun mengancam nyawa penduduk setempat. Di Kedah, bencana banjir yang dikaitkan dengan taburan hujan luar biasa dan memusnahkan harta benda pernah berlaku seperti di Daerah Padang Terap pada tahun 2010. Kejadian tersebut menyebabkan kerosakan kepada tanaman padi, getah, sayur-sayuran, ternakan serta harta benda seperti rumah dan infrastruktur yang bernilai hampir RM 10 juta (JPS, 2011). Justeru, kajian ini menghujahkan bahawa taburan hujan luar biasa yang berlaku adalah berpunca daripada perubahan gunatanah dan akhirnya menyebabkan bencana banjir. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk menganalisis kaitan antara perubahan gunatanah dengan taburan hujan luar biasa di Negeri Kedah. Kajian ini penting kerana bencana banjir yang berlaku kerap kali dikaitkan dengan faktor taburan hujan luar biasa dalam dekad kebelakangan ini dan andaiannya berpunca daripada perubahan gunatanah. Malah, bencana banjir yang berlaku kerap menimbulkan kerosakan harta benda dan boleh mendatangkan risiko atau bahaya terhadap masyarakat.

## Kawasan dan metodologi kajian

Kajian ini melibatkan beberapa daerah di pendalaman Negeri Kedah iaitu Daerah Kubang Pasu, Padang Terap, Pendang dan Sik. Data taburan hujan melibatkan beberapa stesen iaitu Ampang Pedu, Padang Sanai, Alor Setar dan Sintok. Data hujan diperolehi daripada Jabatan Pengairan dan Saliran, Ampang secara bulanan bagi tempoh tiga belas tahun (2000-2013) untuk Stesen Sintok kerana halangan mendapatkan data bagi tahun-tahun terdahulu dan 23 tahun (1990-2013) bagi stesen-stesen hujan lain. Analisis terhadap data hujan adalah berdasarkan kekerapan kejadian hujan luar biasa dan kejadian hujan luar biasa ekstrim menggunakan teknik graf bar. Kelebihan teknik yang digunakan adalah dapat memberikan gambaran secara lebih jelas mengenai kejadian fenomena hujan berdasarkan paparan gambarajah yang dihasilkan.

Bagi membuktikan kewujudan taburan hujan luar biasa berlaku di kawasan kajian, penelitian terhadap satu set data hujan dalam jangka masa selama 11 tahun bermula dari 2000 sehingga 2010 dijalankan di kawasan kajian. Kajian ini penting kerana kejadian banjir besar secara tiba-tiba di Negeri Kedah pada tahun 2005 dan 2010 adalah berkaitan dengan kemunculan hujan luar biasa. Dalam kajian ini, analisis taburan hujan diteliti daripada tahun 1990 sehingga 2013 bagi stesen hujan Ampang Pedu, JPS Alor Setar dan Padang Sanai iaitu tren hujan selama 23 tahun, manakala Stesen Sintok pula data hujan diteliti dari tahun 2000 sehingga 2013 (13 tahun) disebabkan oleh masalah ketiadaan data hujan di stesen berkenaan.

Pemilihan stesen-stesen hujan bagi setiap kawasan utama ini dianggap dapat mewakili kawasan kajian. Ini kerana, Gupta dan Gupta (1992) berpendapat bagi wilayah tropika, aspek pemilihan dan bilangan stesen tidak begitu penting dalam mempengaruhi purata hujan. Keadaan ini disebabkan oleh jumlah curahan hujan yang turun di kawasan tropika seperti Malaysia adalah tinggi dan purata tahunan juga tidak banyak berbeza. Keadaan ini disokong pula dengan pengelasan Dale yang mengemukakan wilayah sejujukan dan mendapati keseluruhan kawasan kajian terletak dalam satu wilayah sejujukan Dale iaitu corak curahan hujannya adalah sama (Dale, 1959; 1960). Bahkan, Linsley et al. (1975) berpendapat kepadatan stesen hujan untuk kawasan tanah rata bagi iklim sederhana, mediteranean dan tropika adalah antara 600 hingga 900 kilometer persegi. Sebaliknya, bagi kawasan yang bergunung-ganang (pergunungan) untuk iklim yang sama kepadatan stesen hujannya adalah antara 100 hingga 250 kilometer persegi. Justeru, pemilihan stesen hujan bagi kajian adalah mencukupi bagi meneliti fenomena curahan hujan di beberapa daerah negeri Kedah.

Data gunatanah pula menjadi asas analisis bermula dari tahun 1984-2012 (28 tahun). Bagi meneliti perubahan gunatanah, peta gunatanah digunakan sebagai asas kajian yang diperolehi daripada Jabatan Pertanian bagi tahun 1984, 1997, 2006 dan 2012. Analisis perubahan gunatanah pula berdasarkan perbandingan peta gunatanah tahun 1984, 1997, 2006 dan 2012 dengan menggunakan teknik *Patch Density* dan *Size Metrics*. Analisis *Patch Density* dan *Size Metrics* adalah diwakili oleh Ujian *Mean Patch Size* (Mps) serta *Mean Perimeter-Area Ratio* (Mpar) yang mana penggunaannya adalah bagi meneliti perubahan gunatanah yang paling dominan. Perubahan gunatanah diukur berdasarkan jumlah *patch* iaitu semakin tinggi nilainya, maka semakin tinggi perubahan yang berlaku dalam sesebuah kategori gunatanah.

## Hasil dan perbincangan kajian

Pembangunan gunatanah di kawasan kajian pada tahun 1984 adalah berselerak dan aktiviti pembangunan lebih tertumpu di bahagian barat, sekitar lembangan sungai lebih kepada pertanian padi (Jadual 1 dan Rajah 1). Sementara bahagian timur kawasan kajian merupakan kawasan hutan yang begitu had penerokaannya. Namun begitu, pada tahun 1997, 2006 dan 2012 perubahan gunatanah telah berlaku dengan rencam berbanding tahun 1984. Keadaan ini menunjukkan bahawa pembangunan gunatanah dalam pelbagai kategori telah berkembang dengan pesat mungkin berikutan hambatan pembangunan ekonomi. Justeru, banyak kawasan hutan mula diteroka dan digantikan dengan tanaman komersil secara berskala besar. Begitu juga dengan aktiviti perbandaran yang mengalami peningkatan keluasan gunatanah

yang agak ketara bermula tahun 1984 sehingga 2012 iaitu perbezaan nilai sebanyak 7826.1 hektar. Bagi melihat perubahan gunatanah secara jelas, maka satu daripada teknik yang dipilih adalah *Patch Analyst*.

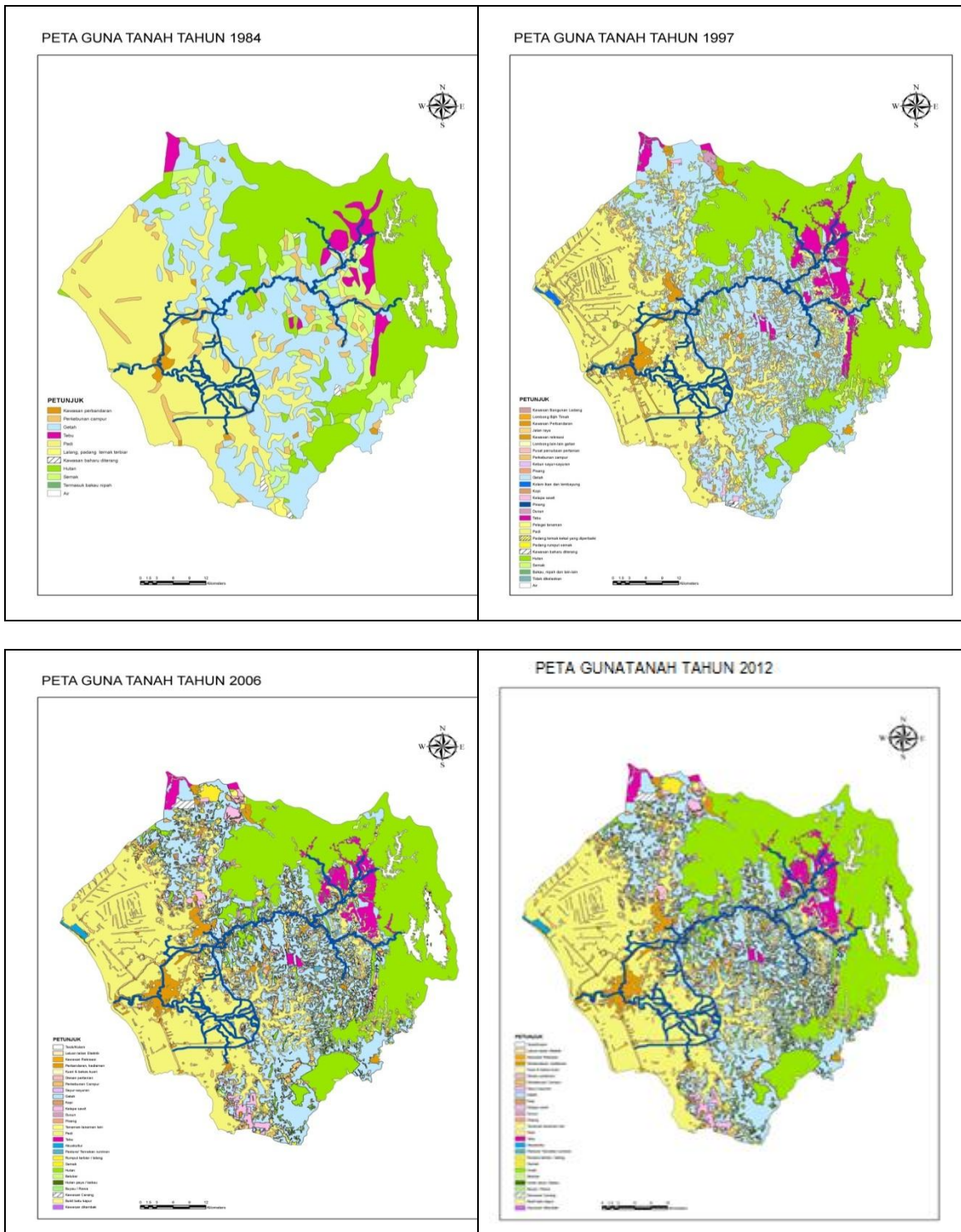
**Jadual 1. Gunatanah tahun 1984 hingga 2012**

Tahun	Gunatanah	Keluasan (hektar)
1984	Kawasan perbandaran	2617.5
	Perkebunan campur	13412.6
	Getah	94676.4
	Tebu	10845.8
	Padi	103962.1
	Lalang, padang ternak terbiar	1117.1
	Kawasan baharu diterang	985.7
	Hutan	102211.6
	Semak	21462.1
	Termasuk bakau nipah	271.1
Air	6629.3	
1997	Kawasan bangunan ladang	23.1
	Lombong bijih timah	175.0
	Kawasan perbandaran	6634.8
	Jalan raya	31.3
	Kawasan rekreasi	1094.9
	Lombong lain-lain galian	410.8
	Pusat percubaan pertanian	101.8
	Perkebunan campur	23612.9
	Kebun sayur-sayuran	30.3
	Pisang	95.9
	Getah	95635.7
	Kolam ikan dan lembayung	496.9
	Kopi	51.6
	Kelapa sawit	998.5
	Pinang	11.4
	Dusun	1112.5
	Tebu	13182.8
	Pelagai tanaman	156.8
	Padi	102392.3
	Padang ternak kekal yang diperbaiki	432.3
	Padang rumput semak	2977.8
	Kawasan baharu diterang	930.8
	Hutan	90084.2
Semak	9448.2	
Bakau, nipah dan lain-lain	1405.6	
Tidak dikelaskan	28.2	
Air	6480.1	
2006	Tasik/kolam	7050.2
	Laluan talian elektrik	54.8
	Kawasan rekreasi	57.3
	Perbandaran, kediaman	10443.6
	Kuari & bekas kuari	587.9
	Stesen pertanian	387.8
	Perkebunan campur	22222.2
	Sayur-sayuran	32.9
	Getah	86000.4
	Kopi	10.0
Kelapa sawit	5652.2	

2006	Dusun	1844.0
	Pisang	352.4
	Tanaman-tanaman lain	499.3
	Padi	105694.9
	Tebu	10218.6
	Akuakultur	562.1
	Pastura/ ternakan ruminan	504.8
	Rumput terbiar / lalang	2809.4
	Semak	2320.0
	Hutan	80497.7
	Belukar	7250.9
	Hutan paya / bakau	1001.7
	Buyau / rawa	280.7
	Kawasan cerang	1540.4
Bukit batu kapur	55.9	
Kawasan ditambak	3.9	
2012	Tasik/kolam	7002.5
	Laluan talian elektrik	64.8
	Kawasan rekreasi	207.3
	Perbandaran, kediaman	20343.3
	Kuari & bekas kuari	577.3
	Stesen pertanian	389.2
	Perkebunan campur	21245.2
	Sayur-sayuran	33.2
	Getah	87350.4
	Kopi	10.8
	Kelapa sawit	5862.6
	Dusun	1875.0
	Pisang	368.4
	Tanaman-tanaman lain	532.3
	Padi	115254.9
	Tebu	10789.6
	Akuakultur	586.1
	Pastura/ ternakan ruminant	536.8
	Rumput terbiar / lalang	2745.4
	Semak	1852.0
Hutan	720457.2	
Belukar	7130.9	
Hutan paya / bakau	986.7	
Buyau / rawa	223.7	
Kawasan cerang	1235.4	
Bukit batu kapur	53.9	
Kawasan ditambak	4.9	

Analisis Mps digunakan bagi menentukan perubahan gunatanah paling dominan. Perubahan gunatanah ini diukur berdasarkan jumlah *patch* iaitu semakin tinggi nilainya, maka semakin tinggi perubahan yang berlaku dalam sesebuah kategori gunatanah. Berdasarkan Ujian Mps mendapati pada tahun 1984 gunatanah yang paling dominan ialah tanaman padi dan getah iaitu masing-masing sebanyak 103962.1 dan 94676. Namun demikian, keluasan gunatanah bagi tanaman padi semakin merosot pada tahun 1997 kepada 102392.3, manakala getah pula terdapat peningkatan keluasan kepada 95635.7. Hal ini berkemungkinan disebabkan oleh harga pasaran getah yang tinggi telah memberikan minat kepada para petani untuk mengusahakan tanaman getah. Selain itu, terdapat peningkatan bilangan *patch* yang ketara bagi gunatanah perbandaran dalam tempoh 28 tahun iaitu pada tahun 1984 bilangan *patch* adalah sebanyak 2617.5, tahun 1997 sebanyak 6634.8, tahun 2006 sebanyak 10443.6 dan pada tahun 2011 meningkat kepada 15051.3. Keadaan ini menggambarkan bahawa gunatanah untuk perbandaran di

Kawasan kajian adalah sangat aktif berlaku dan mungkin disebabkan oleh hambatan pembangunan daripada kawasan-kawasan bandar berdekatan seperti Alor Setar, Sungai Petani, Gurun dan Pulau Pinang. Begitu juga dengan jenis gunatanah yang lain terus meningkat seperti kelapa sawit, kebun campuran dan tebu.



Rajah 1. Perubahan gunatanah dari tahun 1984-2012

Sebaliknya, kawasan hutan pula menunjukkan pengurangan nilai *patch* yang ketara antara tahun 1984 iaitu sebanyak 102211.6 kepada 90084.2 pada tahun 1997, 80497.7 pada tahun 2006 dan 73225.7 pada tahun 2012. Kerosotan nilai keluasan hutan ini mungkin disebabkan oleh hambatan keperluan gunatanah lain seperti perbandaran, pertanian dan sebagainya yang giat berlaku terutamanya bermula pada era tahun 1990-an dan tahun 2000. Pengurangan kawasan hutan tahun demi tahun boleh menyebabkan berlakunya masalah kepada persekitaran termasuklah bencana alam seperti kemarau, banjir, banjir lumpur dan sebagainya (Jadual 2).

**Jadual 2. Mps kawasan-kawasan kajian mengikut tahun**

Jenis Gunatanah	1984	1997	2006	2012
	Mps	Mps	Mps	Mps
Perbandaran	2617.5	6634.8	10443.6	15051.3
Getah	94676.4	95635.7	86000.4	89336.2
Hutan	102211.6	90084.2	80497.7	73225.7
Kelapa sawit	-	998.5	5652.2	6324.1
Kebun campur	13412.6	23612.9	22222.2	20145.3
Tebu	10845.8	13182.8	10218.6	10111.0
Padi	103962.1	102392.3	105694.9	101865.3
Lalang/padang ternak terbiar	1117.1	1432.3	2809.4	1825.6
Semak	21462.1	9448.2	2320.0	1548.9
Paya bakau	271.1	1405.6	1001.7	965.8
Kws. Baru diterangkan	985.7	930.8	1540.4	1023.9
Dusun	-	1112.5	1844.0	1635.8
Pelbagai tanaman	-	156.8	499.3	566.3
Akuakultur	-	496.9	562.1	588.3
Kebun sayur	-	30.3	32.9	33.6
Lombong	-	585.8	587.9	590.5

Analisis statistik perbandingan menggunakan Mpar digunakan bagi meneliti tren rebakan gunatanah dalam sesebuah kawasan. Statistik ini menentukan bahawa semakin tinggi nilai Mpar di sesebuah kawasan menggambarkan semakin banyak rebakan gunatanah berlaku. Justeru, pemerhatian terhadap nilai Mpar bagi tempoh 28 tahun (1984-2012) rebakan gunatanah adalah bersesuaian kerana melibatkan suatu tempoh agak panjang. Berdasarkan analisis Mpar mendapati bahawa rebakan pembangunan bagi beberapa kategori gunatanah mengalami nilai paling tinggi pada tahun 1997. Ini bermakna, pembangunan giat berlaku bagi pelbagai kategori gunatanah antara tahun 1984 sehingga 1997. Misalnya, bagi kategori perbandaran purata Mpar sebanyak 54.63 iaitu peningkatan hampir empat kali ganda. Namun begitu, nilai Mpar bagi hampir semua kategori gunatanah kembali merosot pada tahun 2006 dan 2012 bagi beberapa kategori gunatanah seperti getah, hutan, kebun campur, tebu dan sebagainya. Walau bagaimanapun, terdapat juga beberapa kategori gunatanah meningkat pada tahun 2006 dan 2012 seperti kelapa sawit, perbandaran, padi dan kebun bercampur. Sebaliknya, jenis gunatanah lain seperti dusun, pelbagai tanaman, akuakultur, kebun sayur dan lombong pula mencatatkan peningkatan nilai Mpar yang agak rendah. Oleh itu, kajian mendapati terdapat perbezaan nilai Mpar yang signifikan pada tahun 1997 iaitu di waktu kemuncak rebakan gunatanah di beberapa daerah dengan tahun sebelum iaitu 1984 dan selepasnya iaitu 2006 dan 2012 (Jadual 3).

Oleh itu, perubahan gunatanah yang berlaku antara tahun 1984 hingga 2012 boleh menjadi pemacu kepada perubahan regim cuaca di daerah-daerah pedalaman Kedah, terutamanya dalam isu berkaitan dengan taburan hujan. Hal ini jelas sebagaimana analisis terhadap taburan atau pola hujan bagi tempoh 1990 hingga 2013 di beberapa stesen kajian adalah selari dengan perubahan gunatanah. Buktinya, hasil analisis ke atas data hujan selama 11 tahun di lima buah stesen hujan dalam kawasan kajian mendapati kejadian hujan luar biasa kerap berlaku pada tahun 2003, 2005 dan 2009, kecuali stesen hujan yang

terletak di Stesen Keretapi Tunjang. Hujan luar biasa tersebut digambarkan melalui trend data hujan yang memiliki nilai maksimum dan minimum yang jauh berbeza sepertimana bulan Januari 2005 sebanyak 10 mm berbanding September 2005 sebanyak 455 mm. Pada tahun 2006, jumlah curahan hujan tahunan adalah sedikit iaitu 1722 mm dengan nilai julat antara 20 mm sehingga 150 mm. Keadaan ini berbeza dengan tahun 2010, di mana beza julat nilai minimum dengan maksimum adalah rendah iaitu 155 mm sehingga 247 mm yang menunjukkan taburan hujan adalah sekata.

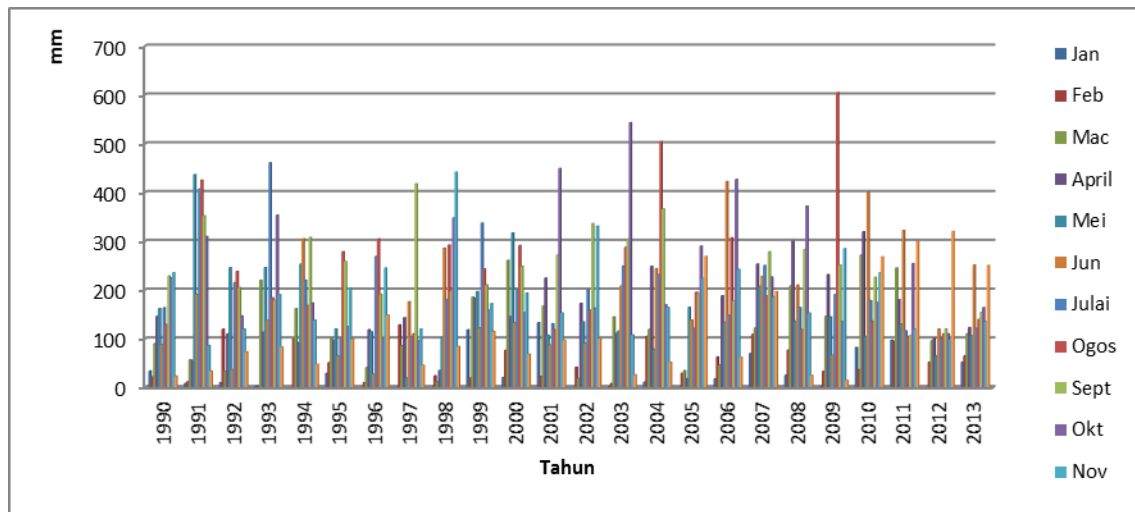
**Jadual 3. Mpar kawasan-kawasan kajian mengikut tahun**

Jenis Gunatanah	1984	1997	2006	2012
	Mpar	Mpar	Mpar	Mpar
Perbandaran	36.10	54.63	78.32	85.62
Getah	25.20	26.84	8.68	12.56
Hutan	26.35	48.21	35.21	30.23
Kelapa sawit	-	10.2	25.3	22.3
Kebun campur	13.56	17.42	17.10	16.32
Tebu	12.6	18.34	13.8	12.63
Padi	35.23	34.51	36.21	37.6
Lalang/padang ternak terbiar	15.20	17.62	23.54	22.98
Semak	22.38	10.27	8.96	9.36
Paya bakau	9.34	13.21	11.89	12.58
Kws.baru diterang	9.12	8.97	12.58	13.78
Dusun	-	77.78	86.59	89.65
Pelbagai tanaman	-	100.98	103.21	105.34
Akuakultur	-	113.56	114.89	116.23
Kebun sayur	-	96.53	97.58	97.25
Lombong	-	78.5	78.9	77.3

Bagi stesen hujan JPS Alor Setar pula trend curahan hujan yang diterima adalah sedikit berbeza kerana terdapat fenomena hujan luar biasa direkodkan iaitu pada bulan Oktober 2001 dan Ogos 2009. Fenomena hujan luar biasa dikenal pasti pada Oktober 2001 apabila terdapat data hujan yang direkodkan terlampau tinggi mencecah 449 mm dan sangat berbeza dengan catatan nilai purata sebanyak 163.3 mm serta nilai median untuk tahun tersebut adalah rendah sekitar 131.5 mm. Keadaan yang sama juga berlaku pada Ogos 2009, di mana jumlah hujan yang direkodkan pada bulan tersebut ialah sebanyak 605 mm, manakala nilai purata tahunan adalah 175.3 mm dan nilai median yang dicatatkan adalah sebanyak 145.1 mm. Situasi ini berbeza dengan tahun 2010 yang dianggap tahun paling lembap bagi negeri Kedah, di mana jumlah curahan hujan yang direkodkan di stesen ini adalah tinggi untuk setiap bulan, kecuali hanya pada bulan Februari sahaja yang mencatatkan hujan sebanyak 37 mm. Namun begitu, pada bulan-bulan berikutnya jumlah curahan hujan adalah sangat tinggi, misalnya pada bulan Jun ialah sebanyak 401 mm dan Disember sebanyak 706 mm (Rajah 2).

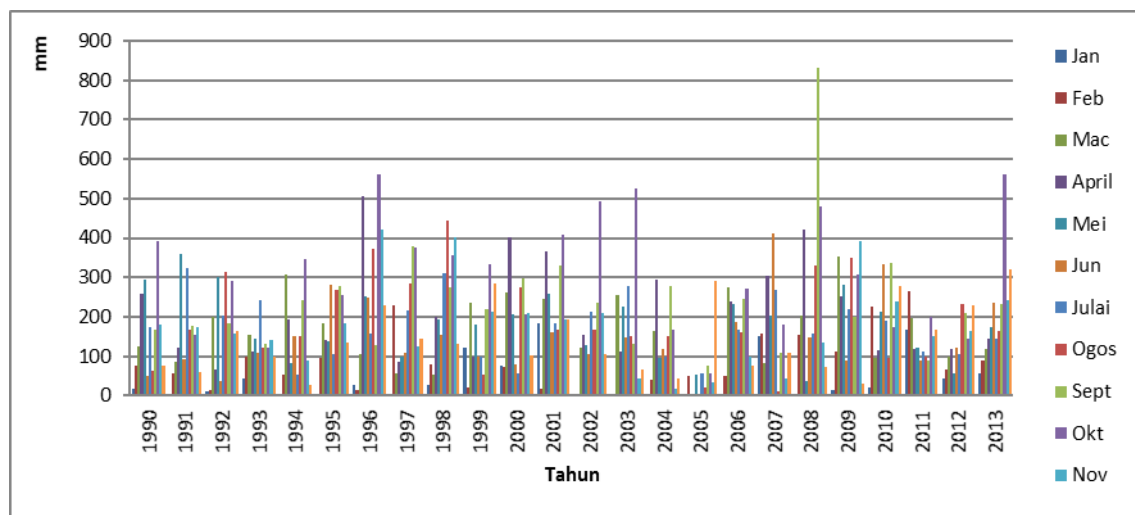
Senario taburan hujan di Stesen Ampang Pedu menunjukkan sedikit perbezaan daripada stesen-stesen hujan yang lain kerana taburan hujan adalah kurang sekata bagi tempoh 11 tahun. Ini kerana, terdapat dua jenis fenomena curahan hujan bagi stesen ini iaitu fenomena hujan luar biasa dan hujan luar biasa yang ekstrim pada Disember 2005. Fenomena hujan luar biasa pada tahun 2002, 2003 dan 2008 menunjukkan jumlah hujan bagi bulan Oktober 2002 mencatatkan sebanyak 492 mm. Keadaan yang sama juga bagi bulan Oktober 2003, di mana merekodkan kejadian hujan luar biasa sebanyak 526 mm dengan bezantara julat yang tinggi. Purata hujan turun bagi tahun 2002 dan 2003 adalah masing-masing sebanyak 161.5 mm dan 162.1 mm. Bagi tahun 2008 kejadian hujan luar biasa direkodkan pada bulan September dengan jumlah curahan hujan sebanyak 833 mm dan nilai purata bagi tahun tersebut ialah 248.2 mm jauh lebih rendah dengan nilai jumlah hujan bagi bulan September 2008. Namun demikian, jika diperhatikan jumlah curahan hujan pada tahun 2005 ada sedikit perbezaan dengan tahun-tahun yang lain. Misalnya, pada bulan Januari 2005 tiada rekod hujan turun pada bulan tersebut dan ini bermakna terdapat musim kemarau





**Rajah 2.** Taburan hujan Stesen JPS Alor Setar

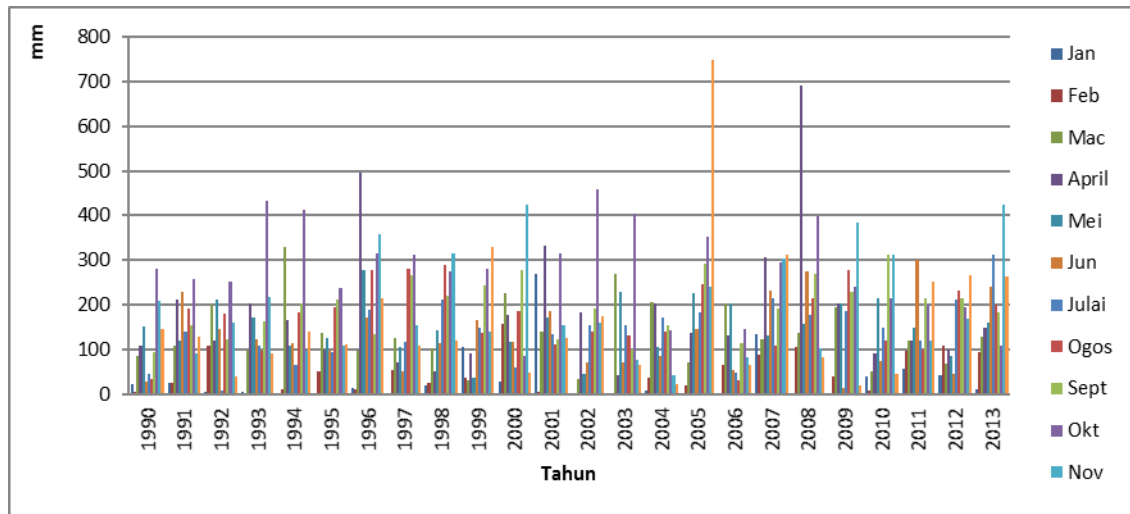
di stesen Ampang Pedu, tetapi hujan luar biasa yang ekstrim telah berlaku pada bulan Disember 2005 iaitu 292.6 mm. Jumlah hujan bagi bulan tersebut dianggap ekstrim kerana purata curahan hujan pada tahun 2005 sebanyak 67.93 mm sahaja berbanding 292.6 mm jumlah hujan pada bulan Disember 2005 (Rajah 3). Analisis curahan hujan bagi stesen Ampang Pedu adalah penting kerana terletak di kawasan pendalaman dan merupakan kawasan yang mengalami perubahan gunatanah hutan agak tinggi. Ini bermakna, kadar curahan hujan di stesen penting diperhatikan kerana perubahan gunatanah yang giat dan digabung dengan purata curahan yang tinggi, maka kecenderungan untuk berlaku bencana banjir juga tinggi.



**Rajah 3.** Taburan hujan Stesen Ampang Pedu

Bagi fenomena hujan luar biasa stesen Padang Sanai pula menunjukkan adanya peningkatan terhadap jumlah kekerapan kejadian hujan luar biasa bagi kawasan kajian iaitu sebanyak lima kali dalam tempoh 10 tahun. Antara tahun yang terlibat dengan kejadian hujan luar biasa ialah November 2000, Oktober 2002, Oktober 2003, Disember 2005 dan April 2008. Jika diperhatikan trend kejadian hujan luar biasa bagi stesen ini juga berlaku pada bulan dan tahun yang sama untuk stesen Ampang Pedu sepertimana pada bulan Oktober 2002 dan 2003. Jumlah curahan hujan untuk Oktober 2002 ialah sebanyak 456 mm

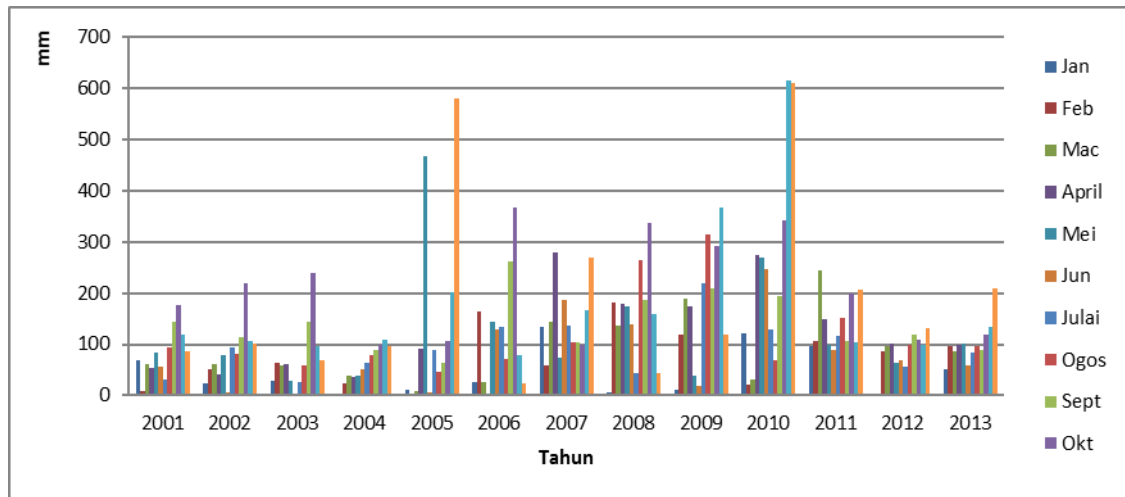
dan nilai purata hujan bagi stesen ini ialah 134.8 mm. Bagi bulan Oktober 2003 pula merekodkan sebanyak 406 mm dan nilai purata jumlah hujan untuk stesen tersebut ialah 129.6 mm. Kejadian hujan luar biasa bagi Disember 2005 ialah sebanyak 750 mm dan nilai purata curahan hujan adalah 222.5 mm. Seterusnya, fenomena hujan luar biasa juga boleh berlaku di luar musim hujan (Monsun Barat Laut) iaitu pada bulan April tahun 2008 merekodkan bacaan sebanyak 690 mm (Rajah 4).



**Rajah 4.** Taburan hujan Stesen Padang Sanai

Stesen hujan yang terakhir adalah Sintok dan ia paling kerap merekodkan fenomena hujan luar biasa dan curahan hujan luar biasa yang ekstrim. Terdapat tujuh tahun yang mengalami fenomena hujan luar biasa bagi tempoh 11 tahun dan fenomena hujan luar biasa ini berlaku sebanyak dua kali dalam tempoh setahun untuk Stesen Sintok seperti tahun 2000, 2003 dan 2005. Bagi hujan luar biasa yang berlaku pada tahun 2000 direkodkan pada bulan September dan Oktober dengan nilai masing-masing sebanyak 211 mm dan 189 mm, nilai purata curahan hujan pada tahun 2000 adalah sebanyak 97.3 mm. Bagi tahun 2002, kejadian hujan luar biasa berlaku pada bulan Oktober dengan catatan sebanyak 219 mm dan nilai purata bagi tahun 2002 adalah sebanyak 66.6 mm. Tahun 2003 juga berlaku hujan luar biasa iaitu pada bulan September dengan bacaan sebanyak 145 mm, manakala hujan luar biasa yang ekstrim telah direkodkan pada bulan Oktober dengan bacaan sebanyak 240 mm dan nilai purata bagi tahun 2003 ialah sebanyak 56.8 mm. Seterusnya hujan luar biasa telah berlaku pada bulan Mei dengan bacaan sebanyak 466 mm dan hujan luar biasa yang ekstrim telah terjadi pada bulan Disember dengan catatan sebanyak 580 mm. Nilai purata bagi tahun 2005 ialah sebanyak 143.9 mm bermakna terdapat bezantara julat yang tinggi antara nilai purata dan nilai bacaan hujan luar biasa. Kejadian hujan luar biasa juga direkodkan pada bulan Oktober 2006 dan 2008 dengan bacaan masing-masing sebanyak 365 mm dan 337 mm. Pada Disember 2010 sekali lagi Stesen Sintok merekodkan fenomena hujan luar biasa berlaku dengan bacaan sebanyak 668 mm dan nilai purata curahan hujan tahun 2010 adalah sebanyak 246.5 mm (Rajah 5).

Secara keseluruhannya, Stesen Ampang Pedu merekodkan terdapat empat hujan luar biasa dan satu kali hujan luar biasa esktrim. Begitu juga senario yang berlaku di Stesen Padang Sanai iaitu mengalami lima kali curahan hujan luar biasa bagi tempoh sebelas tahun. Malah, Stesen Sintok pula mencatatkan sebanyak lapan kali hujan luar biasa dan dua kali hujan luar biasa ekstrim bagi tempoh 11 tahun.



Rajah 5. Taburan hujan Stesen Sintok

## Kesimpulan

Berdasarkan perbincangan di atas jelas menunjukkan bahawa perubahan gunatanah memberikan pengaruh kepada regim hidrologi dan ini turut dibuktikan oleh kajian Balek (1983) dan Khairulmaini Osman Salleh (2000). Oleh kerana itu, kejadian banjir yang luar biasa di Kedah bukan suatu perkara luar biasa kerana masalah ini berlaku ada hubungkaitnya dengan perubahan gunatanah kawasan pedalaman. Satu cara terbaik bagi mengurangkan risiko, bahaya, intensiti dan kekerapan banjir adalah pengurusan kawasan tadahan. Hal ini jelas sebagaimana hasil kajian menunjukkan perubahan gunatanah yang meluas dan drastik sekitar tempoh 1984-2012 mampu mewujudkan bencana banjir dan seterusnya mengancam nyawa serta harta benda masyarakat setempat. Justeru, kajian ini dilihat mempunyai impaknya tersendiri kerana cuba membuktikan bahawa perubahan gunatanah seiring dengan kewujudan bencana banjir yang memerlukan langkah memperkasa sistem pengurusan tanah tinggi.

## Penghargaan

Artikel ini adalah hasil kajian daripada Geran Penyelidikan RAGS pihak Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia. Para penulis adalah penyelidik kepada geran kajian tersebut dan mengucapkan jutaan terima kasih atas sumbangan dana yang diberikan.

## Rujukan

- Abdul Samad Hadi, Tohardi S (1973) Banjir di Kluang, Johor: Tekanan kepada banjir 1969-1970. *Ilmu Alam* **2**, 91-103.
- Balek J (1983) Hydrology and water resources in tropical regions. *Developments in Water Science* **18**, 18-25.
- Chan NW (2002) *Pembangunan, pambandaran dan peningkatan bahaya dan bencana air di Malaysia: Isu, pengurusan dan cabaran*. Siri Syarahan Umum. Penerbit Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang.
- Dale WL (1959) The rainfall of Malaya, Part I. *Malaysian Journal of Tropical Geography* **13**, 23-37.
- Dale WL (1960) The rainfall of Malaya, Part II. *Malaysian Journal of Tropical Geography* **14**, 22-28.
- Gupta L, Gupta A (1992) *Engineering hydrology*. Standard Publisher Nai Sarak, Delhi.

- JPS (2011) Laporan kejadian banjir Kubang Pasu/Padang Terap. Jabatan Pengairan dan Saliran Kedah (tidak diterbitkan).
- Khairulmaini Osman Salleh (1994) Perception of and adaption to flood hazard - A preliminary study. *Malaysian Journal of Tropical Geography* **25** (2), 99-106.
- Khairulmaini Osman Salleh (2000) Tanggapan dan gerak balas terhadap bahaya alam sekitar. In: Mohd. Razali Agus, Fashbir Noor Sidin (eds) *Perbandaran dan perancangan persekitaran*, pp. 262-271. Utusan Publications & Distributors Sdn. Bhd., Kuala Lumpur.
- Linsley RK, Kohler MA, Paulhus JLH (1975) *Hydrology for engineers*. McGraw-Hill, Tokyo.
- Muhammad Barzani Gasim, Salmijah Surif, Mazlin Mokhtar, Mohd. Ekhwan Toriman, Sahibin Abd. Rahim, Chong Huei Bee (2010) Analisis banjir Disember 2006: Tumpuan di kawasan Bandar Segamat, Johor. *Sains Malaysiana* **39** (3), 353-361.
- Oliver J (1975) The significance of natural hazards in a developing area: A case study from North Queensland. *Geography* **60**, 99-105.
- Utusan Malaysia (2010) *Banjir di Negeri Kedah-Perlis*. 05 November.
- Yarnal B, Johnson DL, Frakes BJ, Bowles GI, Pascale P (1997) The flood of 1996 and its socio-economic impacts in the Susquehanna River Basin. *Journal of the American Water Resources Association* **33** (6), 1299-1312.