

ANALISIS TREND HUJAN DI BANDARAYA IPOH PERAK 1970-2007

(Analysis of Rainfall Trend in Ipoh City, Perak 1970-2007)

Mohmadisa Hashim, Wan Ruslan Ismail, Nasir Nayan, Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah & Mohd Hairy Ibrahim

ABSTRAK

Penelitian terhadap trend hujan jangka masa panjang adalah penting dan relevan dalam kajian hidrologi khususnya sebagai alat untuk mengesan dan mengenalpasti perubahan yang berlaku dalam sistem hidrologi. Untuk itu, data hujan bulanan dan tahunan dari tahun 1970 hingga 2007 yang diperolehi daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dianalisis dengan menggunakan ujian statistik dan Ujian Mann-Kendall bagi mengesan perubahan (meningkat, menurun atau stabil) atau trend yang berlaku. Dapatan kajian menunjukkan trend hujan tahunan meningkat dari tahun 1970-2007 dengan purata tahunan 2497 mm. Rekod juga menunjukkan bahawa trend hujan yang meningkat semasa Monsun Timur Laut dan Monsun Barat Daya dalam tempoh yang sama. Hujan maksimum adalah pada bulan April dan Oktober iaitu semasa berlakunya pertukaran monsun. Rekod juga menunjukkan kawasan Ipoh menerima hujan paling banyak semasa Monsun Timur Laut walaupun stesen hujan terletak di sebelah pantai barat Semenanjung Malaysia dengan purata 1016 mm. Hujan bulanan dari tahun 1970-2007 menunjukkan kepelbagaian variasi. Berdasarkan Ujian Mann-Kendall (*S*), bulan Mei (-21), September (-25), Oktober (-35) dan Disember (-16) menunjukkan trend yang menurun dan bulan-bulan lain menunjukkan trend yang meningkat. Keadaan ini jelas menunjukkan variasi hujan yang kompleks di kawasan tropika. Faktor perubahan iklim global masa kini serta hidrometeorologi tempatan dijangka mempengaruhi trend hujan serta perubahan guna tanah khususnya aktiviti perbandaran yang wujud di bahagian tengah lembangan Kinta iaitu di Bandaraya Ipoh.

Kata kunci : Trend Hujan, Hujan Bulanan, Hujan Tahunan, Ujian Mann-Kendall, Bandaraya Ipoh

ABSTRACT

Long term research on rainfall trends are important and viable in hydrological studies especially as a tool to identify and detect the changes occur in hydrological systems. The monthly and annual rainfall data from 1970 to 2007 were obtained from the Malaysian Meteorological Department and analyzed using statistical tests and Mann-Kendall test to detect changes (increased, decreased or stable), or the prevailing trend. The findings showed an increased trend in annual rainfall from 1970-2007 with an annual average of 2497 mm. The record also shows the increased trend of rainfall during the Northeast Monsoon and Southwest Monsoon over the same period. Maximum rainfall is in April and October during the inter-monsoon season. The record also shows that the Ipoh area receives the most rainfall during the Northeast Monsoon although the rain station is located on the west coast of Peninsular Malaysia with an average of 1016 mm. Monthly rainfall from 1970-2007 show a diverse variation. Based on the Mann-Kendall test (*S*), a declined trend was shown in May (-21), September (-25), October (-35) and December (-16) while the other months showed an increased trend. This situation clearly shows the complex variation of rainfall in the tropics. The current global climate change factor and local hydrometeorology trend are expected to affect rainfall and changes in land use especially the municipal activities that can be found in the middle of the Kinta River basin in particular the Ipoh City.

Keywords: Rainfall Trend, Monthly Rainfall, Annual Rainfall, Mann-Kendall Test, Ipoh City

PENGENALAN

Penelitian terhadap trend hujan jangka masa panjang adalah penting dan relevan dalam kajian hidrologi khususnya sebagai alat untuk mengesan dan mengenalpasti perubahan yang berlaku dalam sistem hidrologi serta mengenalpasti pelbagai perancangan dan pengurusan sumber air dalam lembangan saliran (Xia et al. 2004). Selain itu, analisis jangka masa panjang ini akan dapat mengkaji perubahan dan kepelbagaian iklim dalam memberi kesan terhadap sumber air (Chen et al. 2006) serta memberi impak kepada aktiviti manusia khususnya aktiviti pertanian. Umumnya, trend hujan yang tinggi atau rendah boleh dijadikan satu indikator peramalan dalam perancangan mengatasi masalah banjir besar atau masalah kekurangan hujan yang dikaitkan dengan kejadian kemarau.

Umum mengetahui bahawa perubahan iklim dunia masa kini telah banyak mempengaruhi corak dan taburan hujan sama ada pada skala tempatan atau global. Laporan daripada *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2007* menunjukkan telah berlaku peningkatan terhadap jumlah hujan di bahagian atau kawasan yang terletak di latitud 30° U dari tahun 1900 hingga 2005 (Trenberth et al. 2007). Sementara itu, berlaku pula pengurangan terhadap jumlah hujan yang turun di kawasan tropika sejak tahun 1970-an dan dalam pada masa yang sama kesan perubahan ini dikatakan berpunca daripada peningkatan terhadap pembukaan kawasan tanah untuk pelbagai tujuan pembangunan di kawasan berkenaan (Trenberth et al., 2007). Sementara itu, hujan di kawasan utara subtropika ($20-40^{\circ}$ U) tidak menunjukkan trend yang signifikan secara keseluruhannya tetapi terdapat kepelbagaian corak hujan yang berlaku jika dianalisis berdasarkan dekad-dekad tertentu (New et al. 2006).

Di Malaysia, taburan dan jumlah hujan sangat dipengaruhi oleh tiupan angin musiman iaitu Monsun Timur Laut (MTL) pada bulan November hingga Mac dan Monsun Barat Daya (MBD) pada bulan Mei hingga September serta diselangi oleh dua musim perantaraan monsun atau peralihan monsun iaitu pada bulan April dan Oktober. Kebiasaannya MTL membawa hujan lebat terutamanya di negeri-negeri pantai timur Semenanjung Malaysia dan barat Sarawak. Sementara itu, MBD secara relatifnya adalah lebih kering dan tidak membawa hujan yang lebat. Secara tidak langsung analisis terhadap trend hujan jangka masa panjang di negara ini dapat membantu kita meramal dan membuat perancangan tentang jumlah hujan yang turun di samping mengenalpasti faktor perubahan disebabkan oleh perubahan iklim global atau faktor manusia khususnya perubahan guna tanah.

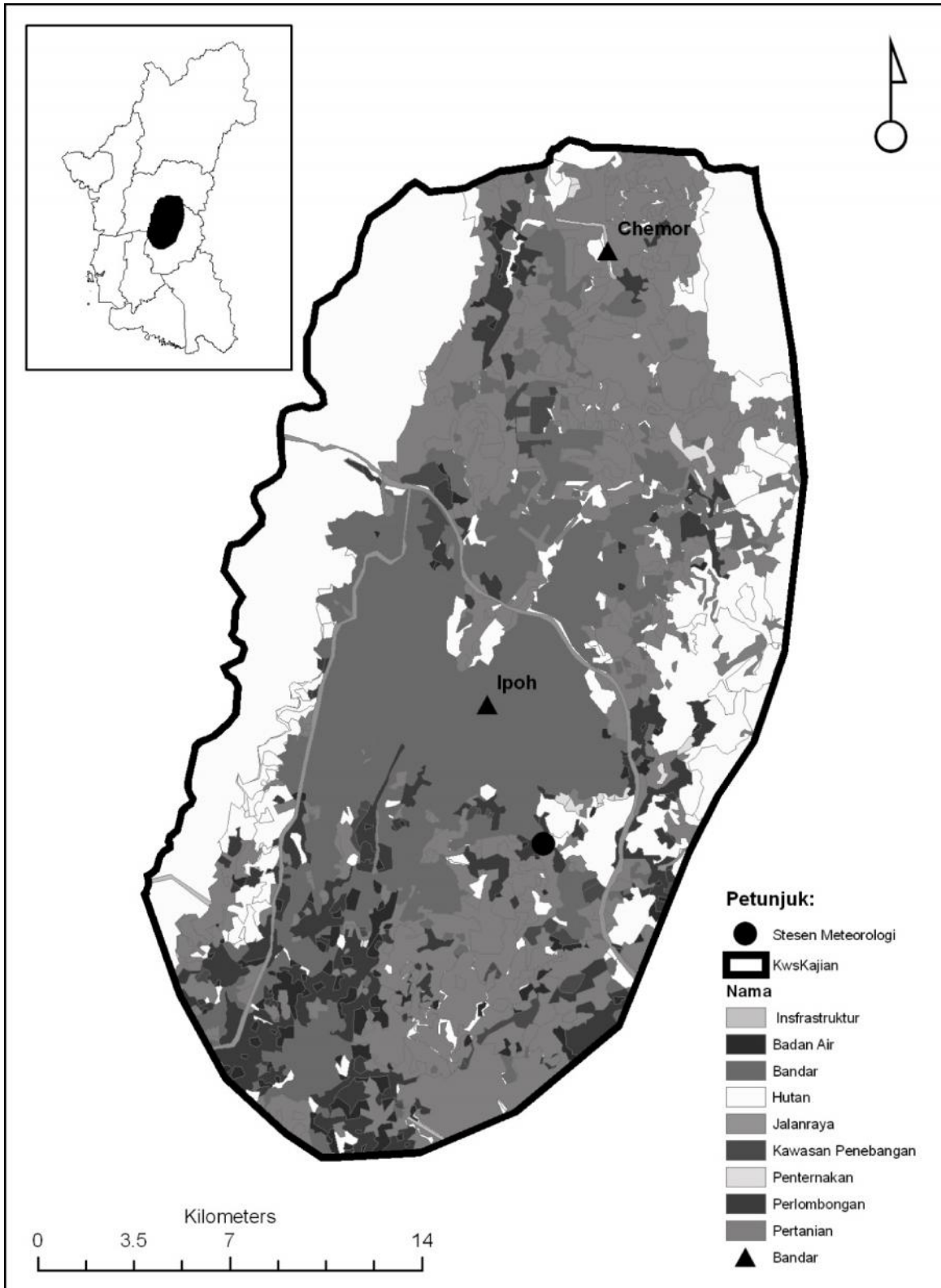
Kajian tentang trend hujan jangka masa panjang telah banyak dilakukan sama ada dari aspek trend hujan harian, bulan, musiman atau tahunan (Suppiah & Hennessy 1998; Seleshi & Zanke 2004; De Jongh et al., 2006; De Lima et al. 2005; Mohamad Suhaily Yusri 2007; Partal & Kahya 2006; Ati et al. 2008; Bae et al. 2008; Luo et al. 2008; Basistha et al. 2009; Caloiero et al. 2009; Jacobs et al. 2009; Kwarteng et al. 2009; Longobardi & Villani 2009; Lopez-Moreno et al. 2009; Matzneller et al. 2009; Nel 2009; Rehman 2009; Shahid 2009; Wang & Yan 2009 dan Kumar & Jain 2010). Penemuan kajian banyak diperolehi daripada penyelidik-penyelidik yang melakukan kajian di negara-negara yang mengalami iklim empat musim serta sub tropika dan kurang kajian dilakukan di negara-negara yang mengalami iklim tropika. Justeru, artikel ini membincangkan hasil analisis mengenai trend hujan dari tahun 1970-2007 di Bandaraya Ipoh, Perak. Trend hujan jangka masa panjang diteliti dari segi trend hujan bulanan, musiman (monsun) dan tahunan bagi mengenalpasti variasi yang wujud dan punca yang mempengaruhinya.

DATA DAN METODOLOGI KAJIAN

Kawasan Kajian

Bandaraya Ipoh yang terletak dalam daerah Kinta dan mempunyai keluasannya 387.13 km persegi (Nasir et al., 2009). Daerah Kinta merupakan kawasan yang semakin pesat membangun di samping beberapa kawasan sekitar seperti di Jelapang, Simpang Pulai, Chemor, Lahat, Tanjong Rambutan, Lahat dan Tambun. Proses pembandaran membuka ruang kepada aktiviti-aktiviti pembangunan perindustrian dan kawasan perumahan berdasarkan kepada jumlah penduduk yang semakin meningkat di kawasan ini. Guna tanah perbandaran di Bandaraya Ipoh meningkat dari tahun 1997 ke 2004 iaitu 15,620.71 ha (15.07%) kepada 16,3114.24 ha (17.07%) dalam tempoh tujuh tahun (Mohd. Hairry et al. 2009) selaras dengan perkembangan dan pertumbuhan ekonomi negeri. Jumlah penduduk di dalam kawasan Majlis Bandaraya Ipoh pada tahun 2000 ialah 529,906 orang (Jabatan Perangkaan Malaysia 2001). Peningkatan jumlah tersebut begitu ketara berbanding jumlah penduduk pada tahun 1991 iaitu seramai 468,841 orang. Ipoh memperolehi status sebagai Majlis Perbandaran pada 31 Mei 1962 dan status bandaraya pada 27 Mei 1988. Sebagai status sebuah bandaraya, Ipoh cuba bangkit menjadi sebuah Bandaraya Sejahtera setanding dengan bandaraya utama di negara ini seperti Kuala Lumpur, Johor Bahru dan Georgetown di samping menjadi sebuah bandar lestari.

Secara umumnya, kawasan Bandaraya Ipoh mempunyai suhu yang lebih tinggi iaitu purata suhu maksimum 32.7°C dan purata suhu minimum 24°C. Purata kelembapan bandingan juga tinggi iaitu 81.2 peratus. Rajah 1 menunjukkan lokasi stesen hujan di stesen Lapangan Terbang Sultan Azlan Shah di Bandaraya Ipoh. Kedudukan stesen adalah pada garis latitud 04° 34' U dan garis longitud 101° 06' T dengan kedudukan pada 40.1 meter dari aras laut.



Rajah 1: Lokasi Stesen Hujan di Bandaraya Ipoh

DATA HUJAN

Dalam penulisan ini hanya data dari satu stesen hujan sahaja digunakan dan dianalisis. Stesen hujan yang dikaji iaitu stesen meteorologi di Lapangan Terbang Sultan Azlan Shah, Ipoh (Lat. 04° 34' U dan Long. 101° 06' T) yang dicerap secara berkala oleh Jabatan Meteorologi Malaysia (JMM). Di Negeri Perak, terdapat tiga stesen meteorologi yang dimonitor oleh JMM iaitu di Ipoh, Sitiawan dan Lubuk Merbau. Satu stesen sahaja digunakan memandangkan stesen meteorologi di Bandaraya Ipoh mempunyai rekod yang agak panjang dan lengkap serta tiada masalah dengan kehilangan data. Walaupun dalam artikel ini hanya menggunakan satu stesen hujan sahaja tetapi ia dapat memberikan gambaran umum tentang hujan di kawasan Bandaraya Ipoh dan sekitarnya berdasarkan perspektif hujan titik (point rainfall). Data hujan adalah dalam bentuk bulanan dan tahunan dari tahun 1970 hingga 2007. Data selama 38 tahun dianalisis untuk melihat kepelbagaian trend hujan sama ada trend hujan bulanan, musiman dan tahunan. Bagi data musiman, data akan dianalisis mengikut MTL iaitu dari bulan November hingga Mac dan MBD dari bulan Mei hingga September serta peralihan monsun.

Analisis Statistik dan Ujian Mann-Kendall

Analisis statistik, iaitu regresi linear dan ujian-t serta analisis non-parametrik iaitu ujian Mann-Kendall digunakan dalam mengenalpasti kesignifikan trend data hujan di Bandaraya Ipoh. Regresi linear digunakan dalam mengesan trend hujan sama ada meningkat, menurun atau tiada trend. Trend ditunjukkan untuk data hujan bulanan, musiman dan tahunan di Bandaraya Ipoh dari tahun 1970-2007. Ujian-t pula digunakan untuk membandingkan jumlah hujan semasa MTL dan MBD sama ada terdapat perbezaan yang signifikan atau sebaliknya.

Ujian Mann-Kendall kebiasaannya digunakan bagi mengesahkan lagi perubahan trend dalam data siri masa khususnya data alam sekitar seperti hujan, suhu, luahan, luahan endapan, kualiti air dan sebagainya (Burn dan Elnur 2002; Yue et al. 2003; Shahrudin dan Noorazuan 2006; Mohmadisa et al. 2010; Nasir et al. 2010). Ujian Mann-Kendall juga digunakan untuk mengenalpasti trend sama ada signifikan atau sebaliknya. Banyak kajian telah menggunakan ujian Mann-Kendall dalam mengenalpasti trend hidro-meteorologi khususnya hujan seperti Suppiah & Hennessy (1998); De Jongh et al. (2006); Partal & Kahya (2006); Bae et al. (2008); Luo et al. (2008); Basistha et al. (2009); Caloiero et al. (2009); Kwarteng et al. (2009) dan Shahid (2009).

Dalam ujian Mann-Kendall data dinilai sebagai siri masa. Setiap data dibandingkan dengan semua data seterusnya. Secara asasnya nilai data yang paling awal dari ujian Mann-Kendall (S) dianggap 0 iaitu tiada trend. Jika data dari tempoh masa selepasnya lebih tinggi dari data sebelumnya, S dianggap bertambah 1. Dalam pada masa yang sama, jika data berikutnya kurang daripada sebelumnya, ia dianggap berkurangan 1. Keputusan dari semua penambahan dan pengurangan dalam satu susunan data akan menghasilkan nilai akhir untuk S . Jika $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ mewakili data titik n di mana x_j merupakan titik data pada masa j , maka S adalah seperti berikut :

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign} (x_j - x_k) \quad (1)$$

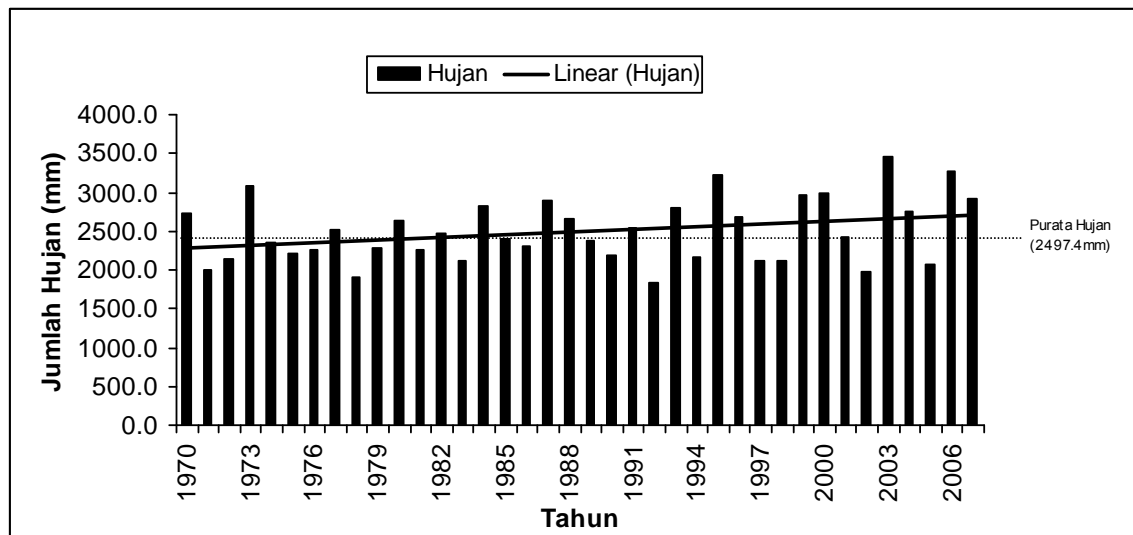
di mana :

$$\text{sign} (x_j - x_k) = \begin{cases} +1 & \text{jika } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{jika } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{jika } (x_j - x_k) < 0 \end{cases}$$

ANALISIS DAN PERBINCANGAN

Trend Hujan Tahunan

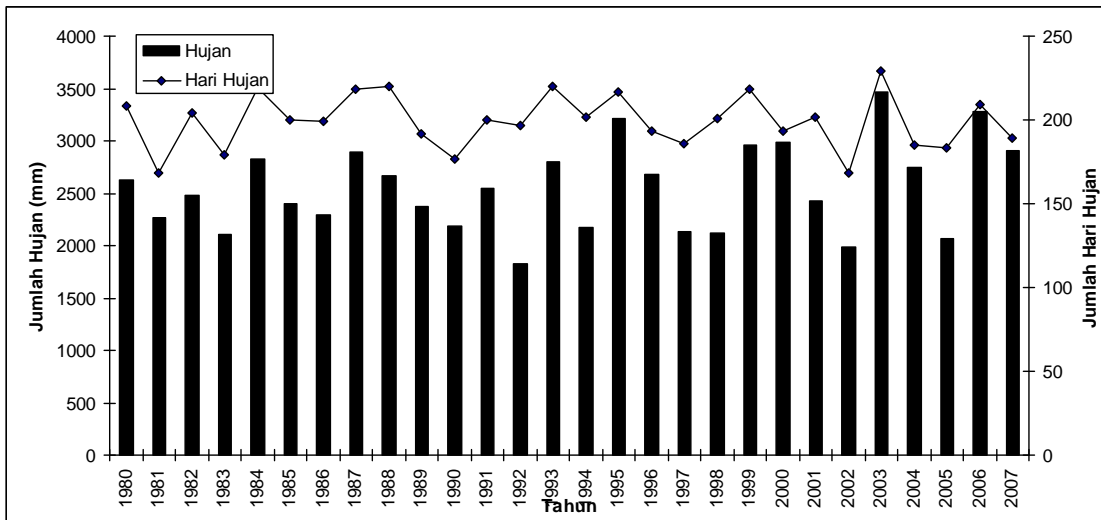
Jumlah hujan tahunan di stesen Bandaraya Ipoh dari tahun 1970 hingga 2007 ditunjukkan dalam Rajah 2. Jumlah hujan tahunan minimum direkodkan pada tahun 1992 iaitu 1827.7 mm dan maksimum pada tahun 2003 iaitu 3403.3 mm. Purata hujan tahunan di stesen berkenaan untuk jangkamasa tersebut adalah 2497.4 mm dan sisihan piawai (*SD*) 408 mm. Nilai *SD* menunjukkan variasi hujan antara tahun adalah besar. Rekod juga menunjukkan 92 peratus (35 tahun) menunjukkan jumlah hujan yang sentiasa melebihi 2000 mm setiap tahun kecuali tahun 1978 (1912.9 mm), 1992 (1827.7 mm) dan 2002 (1987.8 mm). Terdapat juga tahun-tahun tertentu yang menunjukkan jumlah hujan yang begitu lebat atau ekstrem iaitu pada tahun 1973 (3071.1 mm), 1995 (3218 mm), 2003 (3463.3 mm) dan 2006 (3278.3 mm). Didapati purata hujan tahunan di Bandaraya Ipoh juga adalah tinggi berbanding purata hujan tahunan bagi Semenanjung Malaysia, iaitu 2400 mm (Mohamad Suhaily Yusri 2007). Analisis trend berdasarkan ujian Mann-Kendall menunjukkan trend hujan yang positif atau meningkat pada aras keyakinan 99 peratus berdasarkan nilai *P* iaitu 0.1190. Nilai *S* adalah positif iaitu 125 dan *Z* = 1.559.



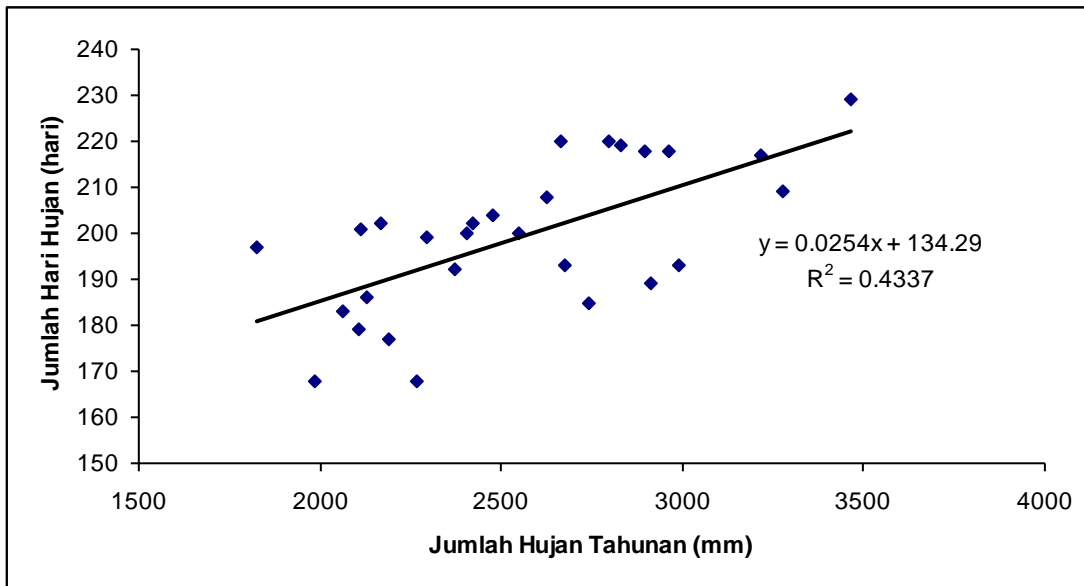
Rajah 2: Trend hujan tahunan di Bandaraya Ipoh 1970-2007

Sementara itu, purata jumlah hari hujan yang direkodkan di Bandaraya Ipoh adalah 199 hari (Rajah 3). Jumlah hari hujan tertinggi direkodkan pada tahun 2003 (229 hari) dan jumlah hari hujan terendah pada tahun 1981 dan 2002 (168 hari). Analisis korelasi juga ditunjukkan untuk melihat hubungan di antara jumlah hujan tahunan dengan jumlah hari hujan dari tahun 1980 hingga 2007. Didapati hubungan jumlah hujan dengan hari hujan adalah sederhana iaitu nilai *r* =

0.66 (Rajah 4). Keadaan ini boleh dijelaskan apabila terdapat jumlah hujan yang tinggi tetapi jumlah hari hujan adalah rendah atau sebaliknya seperti tahun 1988, 1998, 2000, 2001 dan 2005. Ini menggambarkan bahawa tidak semestinya hujan yang turun pada hari-hari tertentu mempunyai intensiti yang tinggi kerana keadaan atau sifat semulajadi hujan di kawasan tropika.



Rajah 3: Jumlah Hujan dan Hari Hujan di stesen Bandaraya Ipoh 1980-2007



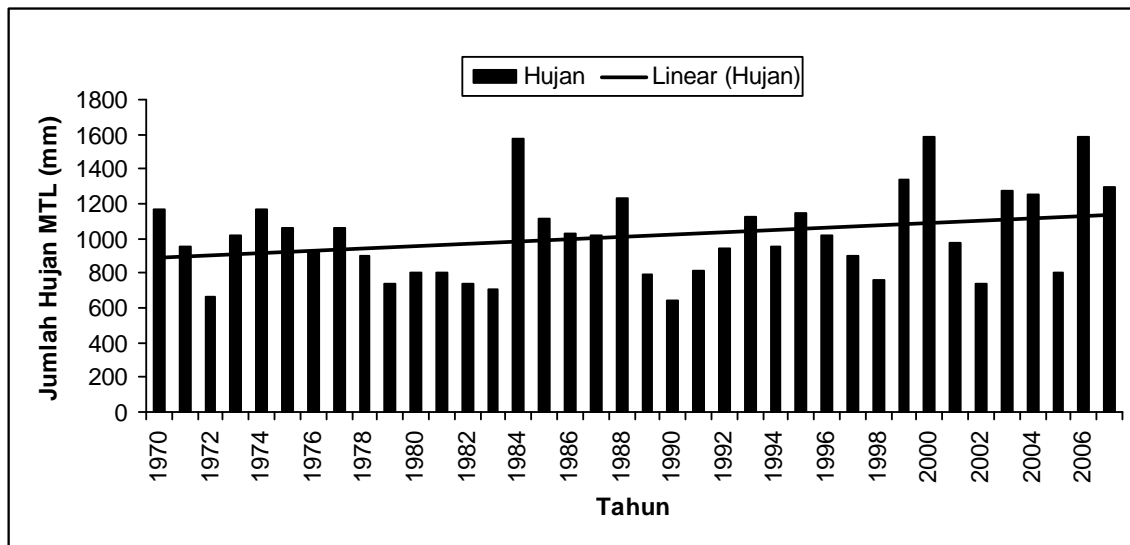
Rajah 4: Korelasi Antara Jumlah Hari Hujan dengan Jumlah Hujan Tahunan 1980-2007

Trend Hujan Mengikut Monsun

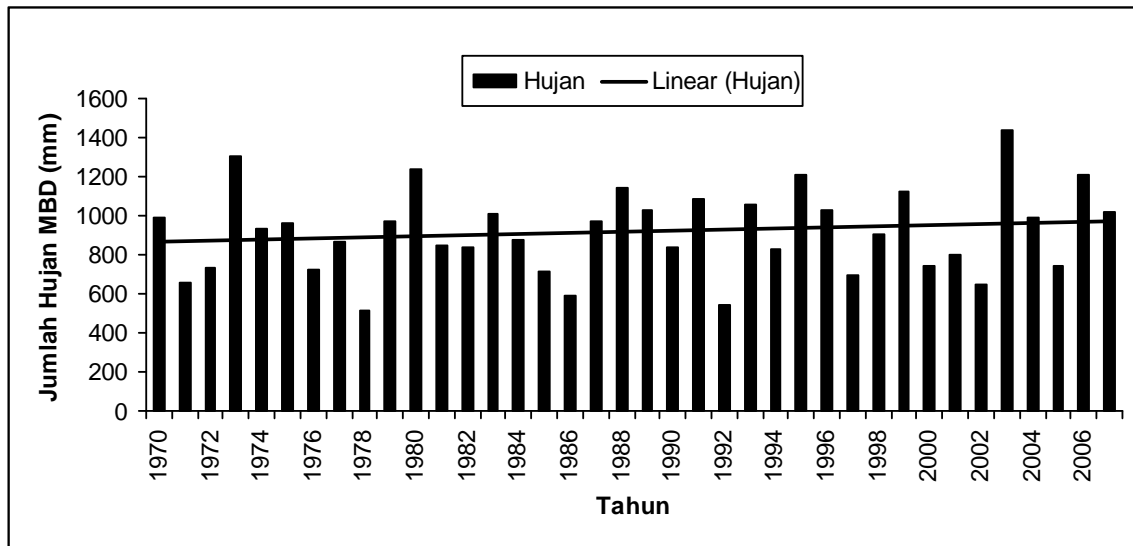
Semasa MTL kawasan pantai timur Semenanjung Malaysia, kawasan barat Sarawak dan pantai timur laut Sabah akan menerima hujan lebat. Kawasan pendalaman dan kawasan yang dilindungi banjaran gunung secara relatifnya tidak menerima hujan lebat. Sementara itu, semasa MBD tidak membawa hujan lebat dan anginnya lebih kering. Dalam konteks Bandaraya Ipoh, hujan yang diterima adalah tinggi semasa MTL walaupun terlindung daripada Banjaran Titiwangsa disebabkan oleh kedudukan di kaki banjaran gunung serta faktor kejadian hujan bukit. Rajah 5

dan 6 menunjukkan jumlah hujan semasa MTL dan MBD. Jumlah hujan semasa MTL merupakan jumlah hujan yang disatukan dari bulan November hingga Mac. Sementara jumlah hujan semasa MBD disatukan dari bulan Mei hingga September. Secara perbandingannya pula, jumlah hujan paling banyak turun semasa MTL (November hingga Mac) berbanding MBD (Mei hingga September) ditunjukkan dalam Rajah 7.

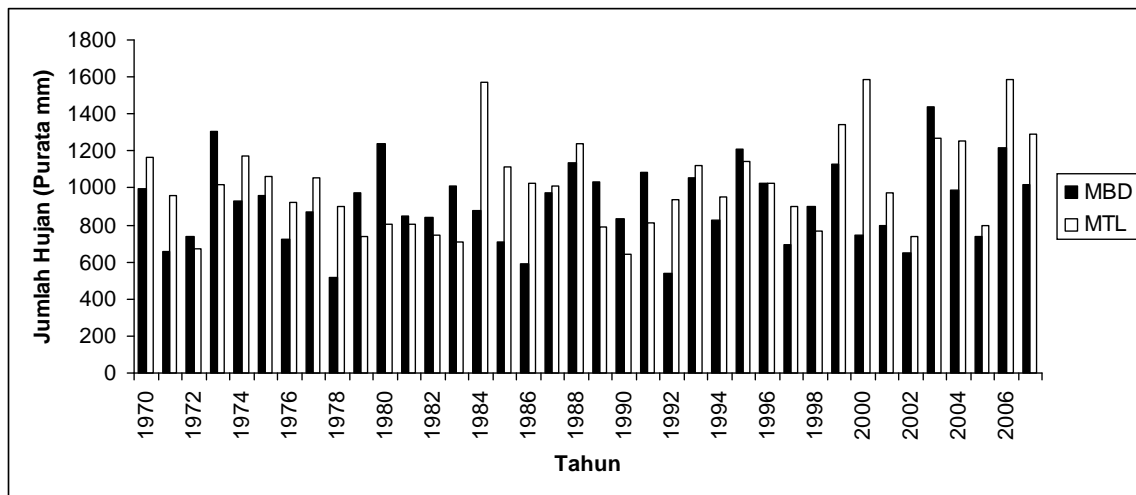
Berdasarkan Rajah 5, jumlah hujan semasa MTL telah menunjukkan trend yang meningkat dari tahun 1970-2007. Purata hujan yang direkodkan bagi tempoh tersebut ialah 1016.3 mm, hujan maksimum dicatatkan pada tahun 2000 (1588.7 mm), sisihan di antara 393 mm hingga 1337.8 mm dan $SD = 250.9$ mm. Ujian Mann-Kendall menunjukkan trend yang positif atau meningkat ($S = 107$), ($Z = 1.33$) dengan aras keyakinan lebih daripada 99 peratus berdasarkan nilai P . Sementara itu, jumlah hujan semasa MBD adalah sedikit berbeza semasa MTL. Purata hujan semasa MBD adalah 916 mm, sisihan antara 298.3 mm hingga 1226.6 mm, $SD = 215$ mm. Ujian Mann-Kendall pula menunjukkan nilai $S = 59$, $Z = 0.729$ serta menunjukkan trend yang meningkat pada aras keyakinan 99 peratus (Rajah 6). Walaupun, MBD dikatakan tidak membawa hujan lebat dan anginnya lebih kering, namun didapati jumlah hujan semasa MBD tidak banyak berbeza dengan MTL di stesen ini. Untuk itu, Ujian-t digunakan untuk menjelaskan perhubungan antara perbezaan min tahunan semasa MTL dan MBD. Keputusan statistik Ujian-t untuk pengukuran berulang (*paired-samples test*) menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ($t = -2.221$, $df = 37$, $p < .05$) bagi jumlah hujan yang turun pada MBD dan MTL. Ia menjelaskan perbezaan nilai min yang besar di antara hujan semasa MTL dan MBD. Nilai t pada nilai negatif disebabkan oleh nilai hujan pada musim MBD adalah lebih besar berbanding pada musim MTL. Rumusannya boleh dikatakan memang terdapat perbezaan ketara antara dua musim ini berdasarkan kepada Ujian-t yang telah dijalankan. Keadaan ini menjelaskan lagi pengaruh dominan hujan bukit serta kedudukan Bandaraya Ipoh yang dikelilingi oleh bukit dan banjaran.



Rajah 5: Jumlah Hujan Semasa MTL 1970-2007

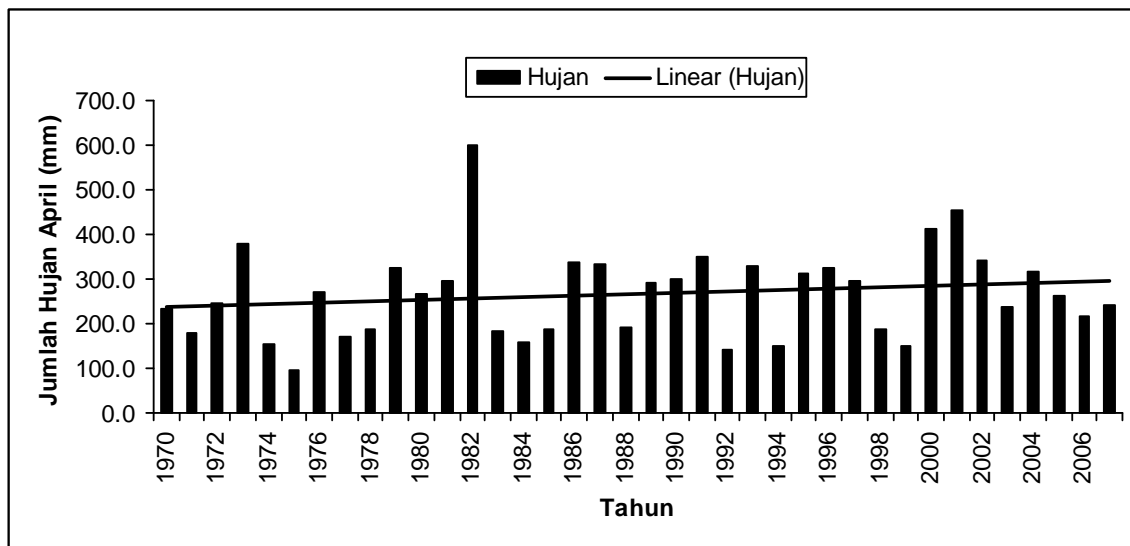


Rajah 6: Jumlah Hujan Semasa MBD 1970-2007

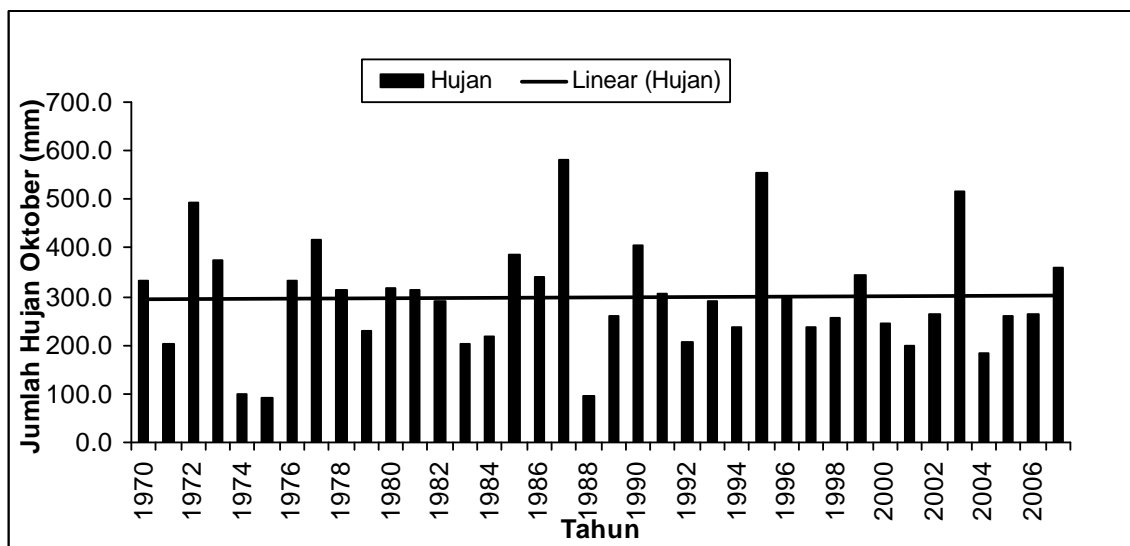


Rajah 7: Perbandingan Jumlah Hujan Semasa MTL dan MBD 1970-2007

Sementara itu, dua bulan yang dikategorikan sebagai peralihan monsun iaitu bulan April dan Oktober menunjukkan trend yang meningkat dan menurun dari tahun 1970 hingga 2007 (Rajah 8 dan 9). Purata hujan yang direkodkan pada bulan April ialah 266 mm, $SD = 100$ mm, julat = 506 mm. Hujan minimum direkodkan pada tahun tahun 1975 (95 mm) dan hujan maksimum pada tahun 1982 (602 mm). Analisis Ujian Mann-Kendall menunjukkan trend yang meningkat dengan nilai $S = 101$, $Z = 1.257$ dan $P = 0.2087$ dan trend pada aras keyakinan 99 peratus. Walau bagaimanapun, trend hujan bagi bulan Oktober menunjukkan trend yang menurun dari tahun 1970-2007. Purata hujan tahunan adalah 298 mm, $SD = 114$ mm, julat = 489, hujan minimum pada tahun 1975 (92 mm) dan hujan maksimum pada 1982 (581 mm). Ujian Mann-Kendall menunjukkan nilai $S = -35$, $Z = -0.427$, $P = 0.6691$ dan aras keyakinan 99 peratus bagi menunjukkan trend yang menurun.



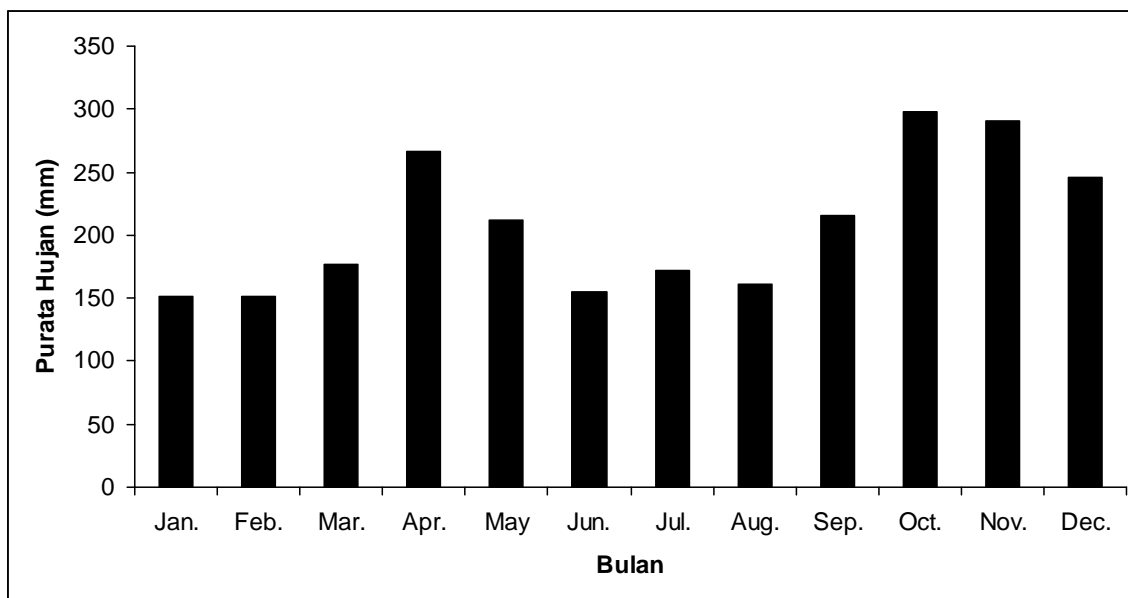
Rajah 8: Jumlah Hujan Semasa Peralihan Monsun April 1970-2007



Rajah 9: Jumlah Hujan Semasa Peralihan Monsun Oktober 1970-2007

Trend Hujan Mengikut Bulan

Umumnya trend hujan jangka masa panjang mengikut bulan di stesen Bandaraya Ipoh adalah pelbagai dan bervariasi. Adalah jelas menunjukkan jumlah hujan yang tinggi turun pada peralihan monsun iaitu bulan Oktober iaitu dengan purata 298 mm. Selain itu, hujan yang tinggi juga dicatatkan pada awal MTL iaitu bulan November (291 mm), Disember (246 mm) dan semasa peralihan monsun bulan April (266 mm) (Rajah 10). Jadual 1 pula menunjukkan ciri hujan bulanan jangka masa panjang di Bandaraya Ipoh. Didapati variasi hujan bulanan berdasarkan Pekali Variasi adalah lebih kurang sekata kecuali pada bulan April, Oktober dan November. Secara tidak langsung, keadaan ini menjelaskan sifat semulajadi taburan hujan khususnya di kawasan kajian yang menerima hujan sepanjang tahun. Selain itu, walaupun Bandaraya Ipoh terletak di pantai barat Semenanjung Malaysia, tetapi pengaruh MTL adalah kuat berdasarkan jumlah hujan yang direkodkan adalah tinggi semasa bulan November dan Disember.



Rajah 10: Purata Hujan Bulanan 1970-2007

Jadual 1: Ciri Hujan Bulanan di Stesen Hujan Bandaraya Ipoh, 1970-2007

Bulan	Purata (mm)	Ralat Piawai (mm)	Minimum (mm)	Maksimum (mm)	Julat (mm)	Sisihan Piawai (mm)	Pekali Variasi	Bil.
Januari	151	15	18	413	395	90	0.59	38
Febuari	152	11	30	307	277	67	0.44	38
Mac	177	13	20	364	344	81	0.46	38
April	266	16	95	602	506	100	0.38	38
Mei	213	18	38	469	431	111	0.52	38
Jun	155	14	29	390	361	86	0.55	38
Julai	172	14	38	426	388	87	0.50	38
Ogos	161	13	50	356	307	81	0.50	38
September	215	15	54	482	428	93	0.43	38
Oktober	298	18	92	581	489	114	0.38	38
November	291	16	128	618	490	98	0.34	38
Disember	246	16	81	438	357	99	0.40	38

Analisis Ujian Mann-Kendall

Berdasarkan Ujian Mann-Kendall, trend hujan sama ada meningkat atau menurun berdasarkan kepada nilai S . Nilai S yang negatif menunjukkan trend yang menurun dan nilai S yang positif menunjukkan trend hujan yang meningkat. Jadual 2 menunjukkan analisis Ujian Mann-Kendall bagi menunjukkan trend hujan jangka masa panjang mengikut bulan, musim dan tahun. Analisis trend hujan jangka masa panjang sama ada trend yang meningkat atau menurun adalah pada aras keyakinan 99 peratus. Berdasarkan hujan tahunan dari tahun 1970 hingga 2008 menunjukkan trend hujan adalah meningkat dengan nilai 125. Berdasarkan hujan mengikut musim pula mendapati trend jangka masa panjang hujan pada MTL dan MBD juga menunjukkan trend yang

meningkat. Berbanding trend hujan bulanan pula mendapati bulan Mei, September, Oktober dan Disember menunjukkan trend hujan yang menurun.

Jadual 2 : Ujian Mann-Kendall bagi Trend Hujan di Bandaraya Ipoh 1970-2007

Hujan Tahunan (mm)	Bulan/ Musim/ (n)	Bil (n)	Statistik Mann-Kendall (S)	Ujian Statistik Penormalan (Z)	Probablity (P)	Trend (Pada 99 % Aras Keyakinan)
MBD (Mei-Sep)		38	59	0.729	0.4659	Meningkat
MTL (Nov-Mac)		38	107	1.333	0.1827	Meningkat
Antara Monsun (April)		38	101	1.257	0.2087	Meningkat
Antara Monsun (Okt)		38	-35	-0.427	0.6691	Menurun
Januari		38	69	0.855	0.3926	Meningkat
Febuari		38	77	0.955	0.3393	Meningkat
Mac		38	197	2.464	0.0137	Meningkat
Mei		38	-21	-0.251	0.8015	Menurun
Jun		38	5	0.050	0.9599	Meningkat
Julai		38	81	1.006	0.3145	Meningkat
Ogos		38	91	1.131	0.2579	Meningkat
September		38	-25	-0.302	0.7629	Menurun
November		38	79	0.981	0.3268	Meningkat
Disember		38	-16	-0.189	0.8504	Menurun
Tahunan		38	125	1.559	0.1190	Meningkat

Secara keseluruhannya trend hujan jangkamasa panjang di stesen Bandaraya Ipoh adalah bervariasi sama ada meningkat atau menurun pada skala tahunan, musiman atau bulanan. Adalah dijangkakan bahawa perubahan terhadap intensiti hujan di Bandaraya Ipoh ada mempunyai kaitan dengan kitaran iklim dunia masa kini yang turut memberi kesan kepada keadaan hujan semasa MTL dan MBD. Faktor kedudukan di kaki bukit atau Banjaran Titiwangsa dan menerima hujan bukit serta hujan perenggan turut mempengaruhi jumlah hujan di kawasan ini. Selain itu, perubahan terhadap guna tanah di Bandaraya Ipoh juga turut menyumbang kepada perubahan corak hujan memandangkan kawasan ini semakin pesat membangun menyebabkan banyak kawasan hutan telah mula diteroka bagi memberi laluan kepada aktiviti pembangunan perbandaran, perindustrian, pertanian dan sebagainya. Secara tidak langsung proses perbandaran dan perindustrian yang banyak menyumbang kepada masalah pencemaran udara bandar yang turut memberi kesan terhadap perubahan corak hujan ini. Ini dibuktikan oleh Balling & Brazel (1987) yang menjelaskan corak suhu dan hujan berskala tempatan khususnya di kawasan bandar boleh mengalami perubahan kesan daripada perubahan iklim bandar. Perubahan iklim bandar ini pula adalah kesan daripada perubahan aktiviti guna tanah dan morfologi bandar itu sendiri. Faktor-faktor tempatan seperti topografi dan jarak daripada pantai juga perlu dilihat kerana ia turut mempengaruhi pola taburan hujan di Bandaraya Ipoh. Penelitian yang lebih terperinci diperlukan agar dapat dibuktikan bahawa perubahan terhadap trend hujan jangkamasa panjang ini adalah disebabkan oleh faktor-faktor berkenaan atau sebaliknya.

KESIMPULAN

Trend hujan tahunan jangka masa panjang dari tahun 1970-2007 di Bandaraya Ipoh menunjukkan trend yang meningkat. Begitu juga dengan jumlah hujan semasa MTL dan MBD juga menunjukkan trend yang meningkat. Berdasarkan trend hujan bulanan pula menunjukkan trend yang menurun pada bulan Oktober (peralihan monsun), bulan Mei dan September (MBD) dan bulan Disember (MTL). Didapati jumlah hujan yang tinggi direkodkan semasa peralihan monsun bulan Oktober. Selain itu, jumlah hujan yang tinggi direkodkan semasa MTL khususnya pada bulan November dan Disember serta semasa peralihan monsun MBD iaitu bulan April.

Secara puratanya, Bandaraya Ipoh menerima hujan yang agak tinggi iaitu 2497 mm iaitu lebih tinggi purata hujan tahunan di Semenanjung Malaysia iaitu 2400 mm. Purata hari hujan adalah 199 hari setahun dengan jumlah hari hujan paling tinggi direkodkan pada tahun 2003 iaitu 229 hari. Keadaan ini menunjukkan pola hujan di Bandaraya Ipoh mempunyai variasi yang tinggi. Kepelbagaian trend hujan jangka masa panjang ini sangat dipengaruhi oleh faktor perubahan iklim pada masa kini dan juga perubahan guna tanah semasa khususnya di Bandaraya Ipoh. Penilaian terhadap trend hujan jangka masa panjang ini penting bagi pihak-pihak yang bertanggungjawab dalam pengurusan sumber air bagi membuat peramalan tentang jumlah hujan yang turun pada masa akan datang.

RUJUKAN

- Ati, O.F., Muhammed, S.Q. & Ati, M.H. 2008. Variations and trends in annual rainfall amounts and the onset of the rainy season for Kano for 87 years (1916-2002). *Journal of Applied Sciences Research*, 4(12), 1959-1962.
- Bae, D.-H., Il-Won Jung, I. -W. & Chang, H. 2008. Long-term trend of precipitation and runoff in Korean river basins. *Hydrological Processes*, 22, 2644-2656.
- Balling, R.C. & Brazel, S.W. 1987. Time and space characteristics of the Phoenix urban heat island. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science*, 21, 75-86.
- Basistha, A., Arya, D.S. & Goel, N.K. 2009. Analysis of historical changes in rainfall in the Indian Himalayas. *International Journal of Climatology*, 29, 555-572.
- Burn, D.H. & Elnur, M.A.H. 2002. Detection of hydrologic trends and variability. *Journal of Hydrology*, 255, 107-122.
- Caloiero, T., Coscarelli, R., Ferraric, E. & Mancinia, M. 2009. Trend detection of annual and seasonal rainfall in Calabria (Southern Italy). *International Journal of Climatology*, doi: 10.1002/joc.2055.
- Chen, Y.N., Takeuchi, K., Xu, C.C., Chen, Y.P. & Xu, Z.X. 2006. Regional climate change and its effects on river runoff in the Tarim basin, China. *Hydrological Processes*, 20(10), 2207-2216.

- De Jongh, I.L, Niko E. C. Verhoest, N.E.C. & De Troch, C.P. 2006. Analysis of a 105-Year Time Series Of Precipitation Observed at Uccle, Belgium. *International Journal of Climatology* 26, 2023–2039.
- De Lima, M.I.P., Marques, A.C.P., De Lima, J.L.M.P. & Coelho, M.F.E.S. 2005. Precipitation trends in mainland Portugal in the period 1941-2000. Dlm. *The Forth Inter_Celtic Colloquium on Hydrology and Management of Water Resources*, Guimarães, Portugal, 11-14 Julai.
- Jabatan Perangkaan Malaysia. 2001. *Taburan penduduk mengikut kawasan pihak berkuasa tempatan dan mukim, Banci Penduduk dan Perumahan Malaysia 2000*. Putrajaya: Jabatan Perangkaan Malaysia.
- Jacobs, A.F.G., Heusinkveld, B.G. & Holtslag, A.A.M. 2009. Eighty years of meteorological observations at Wageningen, the Netherlands: precipitation and evapotranspiration. *International Journal of Climatology*, doi: 10.1002/joc.1957.
- Kumar, V. & Jain, S.K. 2010. Trends in seasonal and annual rainfall and rainy days in Kashmir Valley in the last century. *Quaternary International*, 212, 64-69.
- Kwarteng, A.Y., Dorvlob, A.S. & Kumar, G.T.V. 2009. Analysis of a 27-year rainfall data (1977–2003) in the Sultanate of Oman. *International Journal Of Climatology*, 29, 605–617.
- Longobardi, A. & Villani, P. 2009. Trend analysis of annual and seasonal rainfall time series in the Mediterranean area. *International Journal of Climatology*, doi: 10.1002/joc.2001.
- López-Moreno, J.I., Vicente-Serrano, S.M., Angulo-Martínez, M., Beguería, S. & Kenawy, A. 2009. Trends in daily precipitation on the northeastern Iberian Peninsula, 1955–2006. *International Journal of Climatology*, doi: 10.1002/joc.1945.
- Luo, Y., Liu, S., Fu, S.L., Liu, J., Wang, G. & Zhou, G. 2008. Trends of precipitation in Beijiang River Basin, Guangdong Province, China. *Hydrological Processes*, 22, 2377-2386.
- Matzneller, P., Ventura, F., Gaspari, N. & Pisa, P.R. 2009. Analysis of climatic trends in data from the agro meteorological station of Bologna-Cadriano, Italy (1952–2007). *Climatic Change*, doi: 10.1007/s10584-009-9686-z.
- Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah. 2007. Impact of landuse change on water yield and water quality in Peninsular Malaysia. Tesis Ph.D yang tidak diterbitkan, Department of Geography, Loughborough University.
- Mohd Hairy Ibrahim, Mohmadisa Hashim, Nasir Nayan & Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah. 2009. Analisis Perubahan Guna Tanah Bandaraya Ipoh 1997-2004. *Isu-Isu Kontemporari Malaysia : Dapatan Insiatif Penyelidikan*. Seri Iskandar: UfoRia UiTM.
- Mohmadisa Hashim, Wan Ruslan Ismail, Nasir Nayan, Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah & Mohd. Hairy Ibrahim. 2010. Tren kualiti air lembangan sungai di negeri Perak 1997-

2007. Dlm. Sakinah Harith, Hasmah Abdullah, Rapeah Suppian & Haliza Abdul Rahman (ed), *Proceeding 2nd National Conference on Environment & Health 2010* (ms. 145-152). Kubang Kerian: School of Health Sciences, USM.
- Nasir Nayan, Jamaluddin Md Jahi & Abdul Latif Mohamed. 2010. Perubahan Gunatanah dan Penduduk Zon Pinggir Pantai Negeri Perak 1984-2004. Dlm. Sakinah Harith, Hasmah Abdullah, Rapeah Suppian & Haliza Abdul Rahman (ed), *Proceeding 2nd National Conference on Environment & Health 2010* (ms. 85-92). Kubang Kerian: School of Health Sciences, USM.
- Nasir Nayan, Mohmadisa Hashim, Mohd Hairy Ibrahim & Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah. 2009. Perubahan Gunatanah dan Tahap Kualiti Air Sungai di Bandaraya Ipoh, Perak. *Malaysian Journal of Environmental Management* 10(2), 115-134.
- Nel, W. 2009. Rainfall trends in the KwaZulu-Natal Drakensberg region of South Africa during the twentieth century. *International Journal of Climatology*, 29, 1634-1641.
- New, M., Hewitson, B., Stephenson, D.A., Tsiga, A., Kruger, A., Manhique, A., Gomez, B., Coelho, C. A. S., Masisi, D.N., Kululanga, E., Mbambalala, E., Adesina, F., Saleh, H., Kanyanga, J., Adosi, J., Bulane, L., Fortunata, L., Mdoka, M.L. & Lajoie, R. 2006. Evidence of trends in daily climate extremes over southern and west Africa. *Journal of Geophysical Research* 111: D14102, doi: 10.1029/2005JD006289.
- Partal, T. & Kahya, E. 2006. Trend analysis in Turkish precipitation data. *Hydrological Processes*, 20, 2011–2026.
- Rehman, S. 2009. Temperature and rainfall variation over Dhahran, Saudi Arabia (1970-2006). *International Journal of Climatology*, doi:10.1002/joc.1907.
- Seleshi, Y. & Zanke, U. 2004. Recent changes in rainfall and rainy days in Ethiopia. *International Journal of Climatology*, 24, 973-983.
- Shaharuddin Ahmad & Noorazuan Md. Hashim. 2006. Menganalisis pola dan arah aliran hujan di Negeri Sembilan menggunakan kaedah GIS Poligon Thiessen dan Kontur Isoyet. *Geografia*, 3(2), 1-12.
- Shahid, S. 2009. Rainfall variability and the trends of wet and dry periods in Bangladesh. *International Journal of Climatology*, doi:10.1002/joc.2053.
- Suppiah, R. & Hennessy, K.J. 1998. Trends In Total Rainfall, Heavy Rain Events And Number Of Dry Days In Australia, 1910–1990. *International Journal of Climatology*, 10, 1141–1164.
- Trenberth, K.E., Jones, P.D., Ambenje, P., Bojariu, R., Easterling, D., Klein Tank, A., Parker, D., Rahimzadeh, F., Renwick, J.A., Rusticucci, M., Soden, B. & Zhai, P. 2007. Observations: surface and atmospheric climate change. In *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Solomon S., Qin, D.,

Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. & Miller, H.L. (eds).
Cambridge, New York : Cambridge University Press.

Wang, Y. & Yan, Z.-W. 2009. Trends in seasonal precipitation over China during 1961-2007.
Atmospheric and Oceanic Science Letters, 2(3), 165-171.

Xia, J., Wang, Z.G. & Tan, G. 2004. The renewability of water resources and its quantification in
the Yellow River basin, China. *Hydrological Processes*, 18(12), 2327-2336.

Yue, S., Pilon, P. & Phinney, B. 2003. Canadian streamflow trend detection : impacts of serial
and cross-correlation. *Hydrological Science Journal*, 48, 51-63.

Mohmadisa Hashim, Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah, Nasir Nayan & Mohd Hairy Ibrahim
Jabatan Geografi & Alam Sekitar
Fakulti Sains Kemanusiaan
Universiti Pendidikan Sultan Idris
35900 Tanjong Malim, PERAK
e-mel : mohmadisa@fsk.upsi.edu.my

Wan Ruslan Ismail
Bahagian Geografi
Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan
Universiti Sains Malaysia
11800 Minden, PULAU PINANG