

Analisis Banjir Disember 2006: Tumpuan di Kawasan Bandar Segamat, Johor (Flood Analysis of December 2006: Focus at Segamat Town, Johor)

MUHAMMAD BARZANI GASIM*, SALMIJAH SURIF, MAZLIN MOKHTAR,
MOHD. EKHWAN HJ. TORIMAN, SAHIBIN ABD. RAHIM & CHONG HUEI BEE

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti punca berlakunya banjir di Segamat pada 17 hingga 21 Disember 2006. Kegiatan termasuklah mengumpul, menilai dan menganalisis data taburan hujan dari Januari 1998 hingga Disember 2006 serta menganalisis data telemetri harian bagi aras dan luahan air sungai pada Disember 2006. Satu set data hujan harian, bulanan dan tahunan dari Stesen Felda Medoi, Segamat telah dianalisis dan dihubungkan dengan data telemetri. Data taburan hujan selama 8 tahun tersebut menunjukkan kawasan Bandar Segamat menerima hujan bulanan yang berjalat daripada 2.5 mm (Februari 2004) sehingga 536.8 mm (Januari 2003). Taburan hujan bulanan Oktober sehingga Disember 2006 menunjukkan kenaikan secara positif, iaitu daripada 118 mm sehingga 435 mm/bulan tetapi berlaku penurunan (392 mm) pada Januari 2007. Hasil kajian menunjukkan bahawa hujan lebat yang luar biasa dan keadaan bentuk topografi yang rendah dan beralun di kawasan kajian adalah penyebab utama banjir di Segamat.

Kata kunci: Banjir Segamat 2006; data telemetri; luahan air; stesen Felda Medoi

ABSTRACT

This study aimed to ascertain the causes of Segamat flood which occurred from 17 to 21 December 2006. Activities include collection, evaluation and analysis of rainfall data from January 1998 to December 2006, and analysis of daily telemetry for water levels and discharge in December 2006. The daily, monthly and annual rainfall of Felda Medoi Station, Segamat were analyzed and correlated with the telemetry data. Based on the 9 years rainfall data, monthly rainfall in Segamat area ranged from 2.5 mm (February 2004) to 536.8 mm (January 2003). Monthly rainfall distribution from October to December 2006 increased from 118 mm to 435 mm but decreased (392 mm) in January 2007. Our result showed that extra ordinary heavy downpour, low and undulating topography of the study area was identified as the main cause for the Segamat flood.

Keywords: 2006 Segamat flood; Felda Medoi station; stream flow; telemetry data

PENGENALAN

Banjir adalah satu bencana alam yang berlaku disebabkan oleh faktor klimatologi atau faktor iklim seperti keadaan suhu, taburan hujan, sejatan, pergerakan angin dan keadaan semulajadi muka bumi (Balek 1983). Di Malaysia banjir maupun banjir kilat berlaku secara tradisi, terutama di Pantai Timur Semenanjung semasa musim tengkujuh. Peningkatan kekerapan berlakunya banjir dalam negara berlaku secara sama ada semulajadi akibat perubahan monsun ataupun akibat peningkatan kawasan setinggan dalam bandar (Chan 1996; Jamaluddin & Sham 1987; Rose & Peter 2001). Banjir biasanya disebabkan sama ada oleh hujan yang berterusan menyebabkan kuantiti yang lebih besar daripada biasa atau air sungai yang melimpah ke tebing sungai ataupun daripada kedua-duanya sekali (Balkema et al. 1993; Schulz et al. 1972). Dasar sungai yang semakin cetek di kawasan hilir akibat daripada banjir yang berulang berlaku (Bradley & Potter 1992; Whiting 1998). Keadaan kawasan perbandaran yang didasari oleh tanah liat yang bersifat tidak telap air, cepat tepu dan kurang

menyerap air, jika berlaku hujan lebat akan menyebabkan air sungai cepat melimpah ke tebing (Smith & Ward 1998). Hakisan tebing yang memberikan kesan terhadap ketebalan sedimen dalam sungai juga menyumbang kepada kejadian banjir (Ward & Trimble 2004). Muhd. Barzani Gasim et al. (2007) mengenal pasti banjir yang berlaku di Dungun, Terengganu adalah disebabkan oleh empat faktor: iaitu curahan hujan yang tinggi, aliran sungai yang perlahan, luruan laut ke arah darat, dan halaju dan hala tiupan angin ke daratan. Fenomena di atas adalah kesan daripada beza pasang surut yang agak besar di kawasan pantai timur.

Banjir besar yang berlaku di Bandar Segamat pada bulan Disember 2006 telah mendatangkan pelbagai impak negatif terhadap penduduk di kawasan tersebut. Sungai Segamat terletak pada 102°49'T & 2°30.5'U, dengan kepanjangan 23 km, purata lebar 40 m dan terletak 14 m di atas paras laut. Sebanyak 70% kawasan tadahan Sungai Segamat adalah kawasan tinggi dan kawasan berbukit sehingga 1000 meter, dan selebihnya (30%) terdiri dari kawasan bukit beralun dengan sedikit paya. Sungai Segamat adalah anak Sungai Muar yang mengalir dalam

Bandar Segamat. Tiga belas anak Sungai Segamat seperti Sg. Rangka, Sg. Medoi, Sg. Kedondong, Sg. Temangar, Sg. Anak Kemelah, Sg. Juasseh, Sg. Panting, Sg. Temalek, Sg. Tugal, Sg. Peta, Sg. Tenang, Sg. Kenawar, Sg. Jenalin bertindak sebagai sungai pembekal semasa musim kering/hujan. Mukim Segamat mempunyai penduduk seramai 178,620 orang (bancian tahun 2006) atau merupakan 8.6% daripada jumlah penduduk Johor. Berdasarkan data yang diperoleh dinyatakan bahawa banjir Disember 2006 telah menyebabkan 16 kematian dan sebanyak 104,023 penduduk terpaksa dipindahkan (JPS 2007b). Rajah 1 adalah peta yang menunjukkan kedudukan sungai utama bagi Daerah Segamat.

Objektif kajian ini adalah untuk mengenalpasti taburan hujan harian, bulanan dan tahunan yang berlaku di kawasan Segamat, menghubungkaitkan data taburan hujan dan luahan dengan dengan perubahan paras air Sg. Segamat, dan mengenal pasti kesannya ke atas banjir 2006 di Johor.

SUMBER DATA

Data hujan bulanan bermula dari bulan Januari 1998 hingga Disember 2006 bagi Stesen Felda Medoi, Segamat diperolehi daripada Jabatan Kajicuaca Malaysia. Data kawasan banjir dan paras air di Sungai Segamat semasa Disember 2006 diperolehi daripada Jabatan Parit dan Saliran Segamat, Johor (JPS 2007a, 2007b).

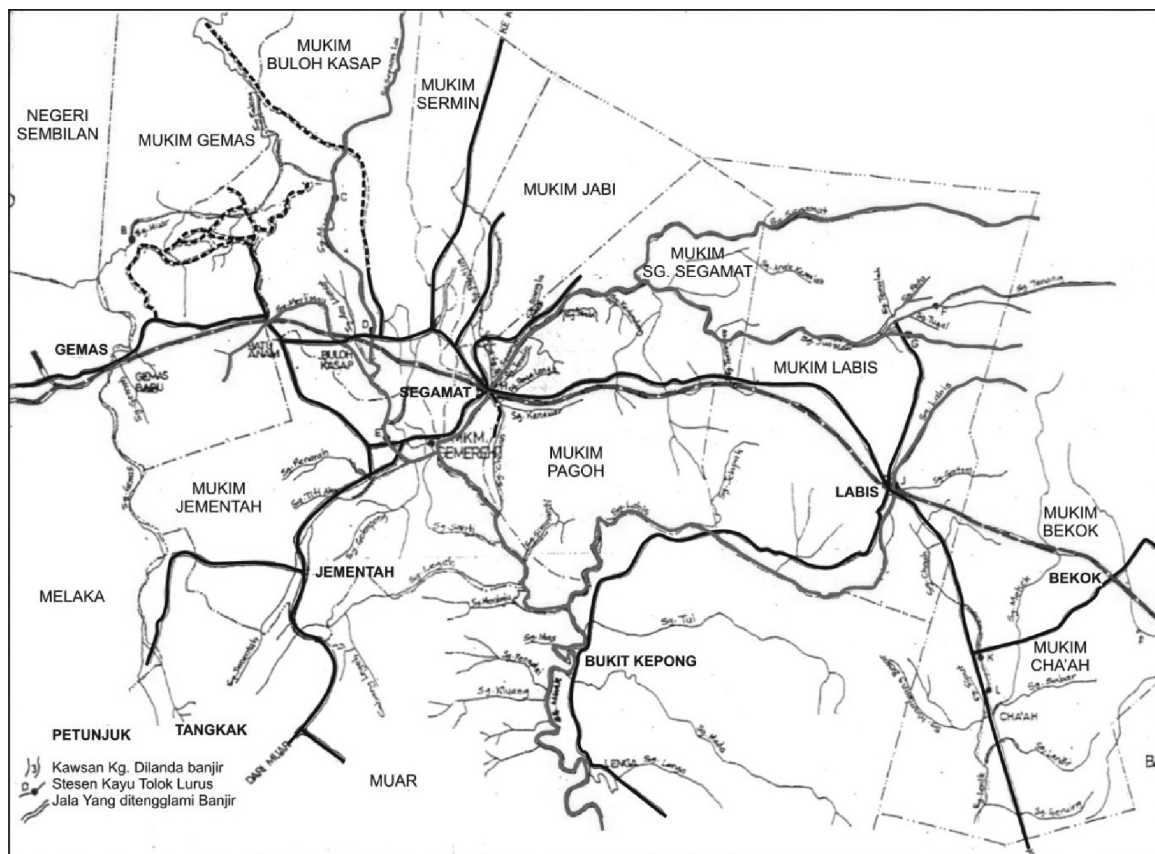
Kerja lapangan dilakukan untuk membuat pemantauan terhadap beberapa sungai terpilih di kawasan Sg. Segamat. Sistem Penentududukan Global (GPS) digunakan untuk menentukan posisi lokasi kajian. Penentu jarak digunakan untuk mengukur kelebaran sungai dan meter arus digunakan untuk mengukur kelajuan arus sungai. Data telemetri yang mengandungi taburan hujan, aras dan luahan Sg. Segamat diperolehi daripada Jabatan Parit dan Saliran Segamat, Johor bermula 01 sehingga 31 hb Disember 2006.

HASIL DAN PERBINCANGAN

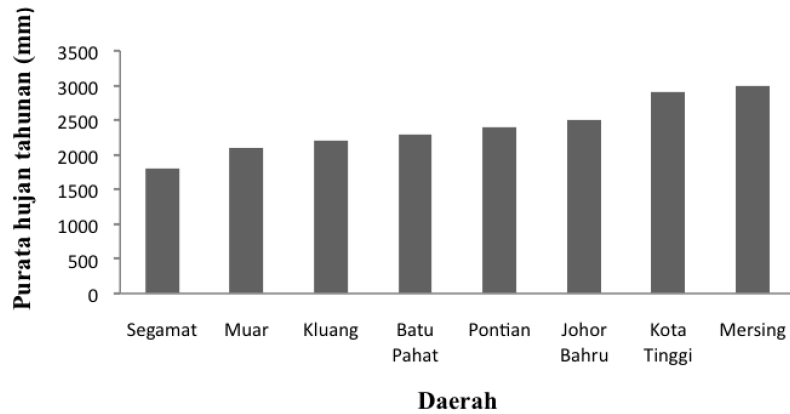
Data daripada Jabatan Kajicuaca Malaysia (2007) melaporkan purata taburan hujan bagi Negeri Johor adalah 2500 mm setahun, hujan tahunan yang terendah dicatatkan di Daerah Segamat (1813 mm) dan Daerah Mersing yang tertinggi (3050 mm) (Rajah 2). Data hujan tahunan menunjukkan di kawasan Segamat menerima curah hujan tahunan sebanyak 2100 mm pada tahun 2006, jumlah ini adalah lebih tinggi 15% daripada purata tahunan bagi Daerah Segamat.

ANALISIS TABURAN HUJAN

Jumlah hujan bulanan dan purata hujan bulanan dari tahun 1998 hingga 2006 di Stesen Felda Medoi menunjukkan



RAJAH 1. Kedudukan sungai-sungai di daerah Segamat



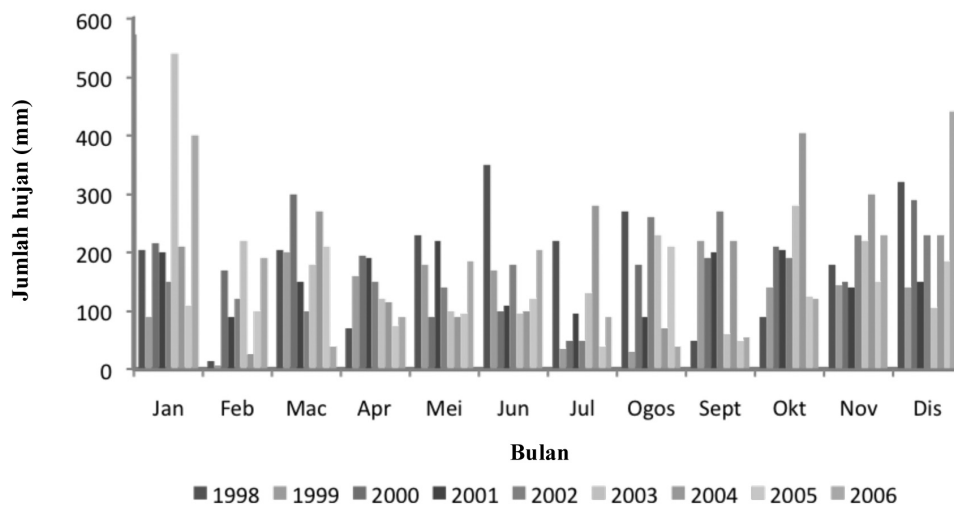
RAJAH 2. Purata hujan tahunan Negeri Johor mengikut daerah

dalam tempoh sembilan tahun ini, hujan bulanan paling minimum (2.5 mm) pada Februari 2004 dan aras maksimum (536.8 mm) pada Januari 2003 (Rajah 3). Tren bagi hujan bulanan menunjukkan bahawa kawasan Segamat menerima hujan bulanan tertinggi di antara bulan Disember ke Januari pada setiap tahun, bulan Februari dan Julai mempunyai taburan terendah (sekitar 100 mm) Rajah 4. Ini menunjukkan kemungkinan besar banjir berlaku dalam bulan Disember sehingga Januari adalah tinggi berbanding berlaku dalam bulan-bulan lain. Berdasarkan taburan hujan tahunan, tahun 2003 dan 2004 kawasan Segamat menerima hujan tahunan tertinggi (2300 mm) dan tahun 2005 adalah yang terendah (1500 mm) (Rajah 5). Tren taburan hujan yang serupa juga dialami bagi daerah-daerah lain di Johor dan tren curah hujan yang sedemikian adalah dianggap normal dan seragam bagi seluruh Johor.

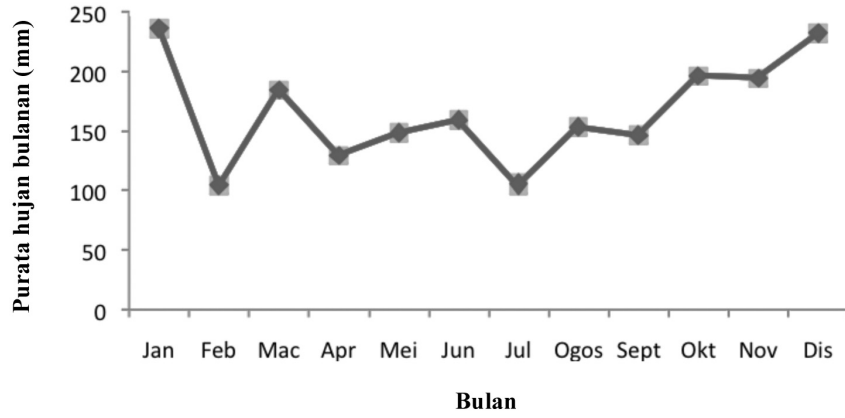
Tahun 2003 mencatatkan jumlah hujan bulanan tertinggi iaitu sebanyak 536.8 mm dalam bulan Januari, jumlah terendah (47.30 mm) dicatatkan semasa bulan Julai dalam tahun yang sama. Pada tahun sebelumnya, iaitu 2002, jumlah hujan bulanan (Julai sehingga Disember 2002) adalah pada julat 45 sehingga 300 mm (Rajah

6). Bagaimanapun, jumlah hujan yang tinggi ini tidak menyebabkan banjir. Jika diperhatikan kemungkinan besar keadaan ini disebabkan oleh jumlah taburan hujan bulan-bulan lepas yang secara relatifnya adalah rendah, misalnya Disember 2002 mempunyai hujan bulanan yang lebih rendah (220 mm) dibandingkan dengan bulan November 2002 (300 mm), sebab-sebab lain mungkin kurangnya jumlah penduduk dan kurangnya pembangunan atau aktiviti manusia yang lain ketika itu.

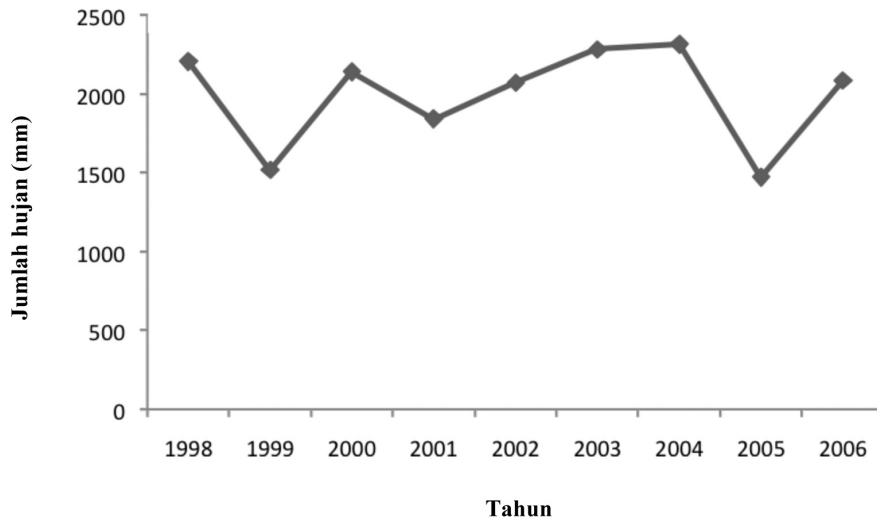
Berbanding senario 2003, analisis purata hujan bulanan antara Oktober 2006 sehingga Februari 2007 di Segamat menunjukkan tren yang meningkat. Taburan hujan bulan Oktober sehingga Disember 2006 menunjukkan tren yang positif, iaitu daripada 118, 240 sehingga 450 mm/bulan (Rajah 7). Beza jumlah hujan antara Oktober dan November dengan November dan Disember 2006 adalah hampir sekali ganda, iaitu menjelang kepada berlakunya banjir Johor. Jumlah hujan masih tinggi pada Januari 2007 (400 mm) walaupun tidak setinggi pada Disember 2006. Jumlah hujan yang turun semasa Disember 06/Januari 07 adalah dipercayai berada dibawah pengaruh iklim yang sama.



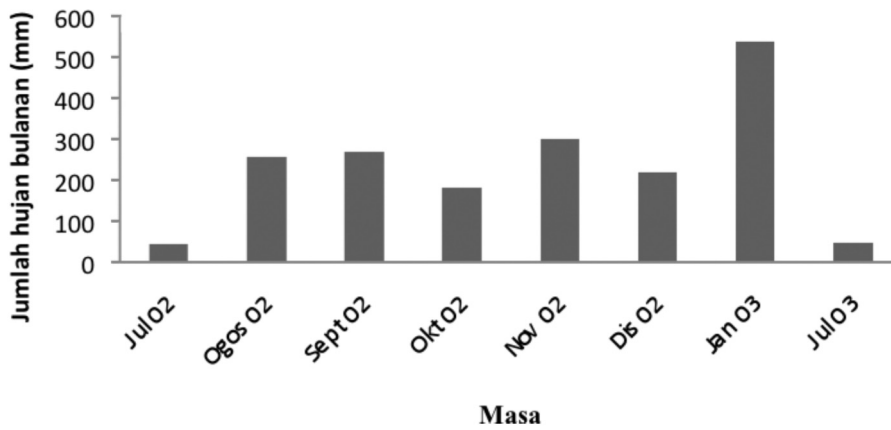
RAJAH 3. Jumlah hujan bulanan Stesen Felda Medoi tahun 1998 sehingga 2006



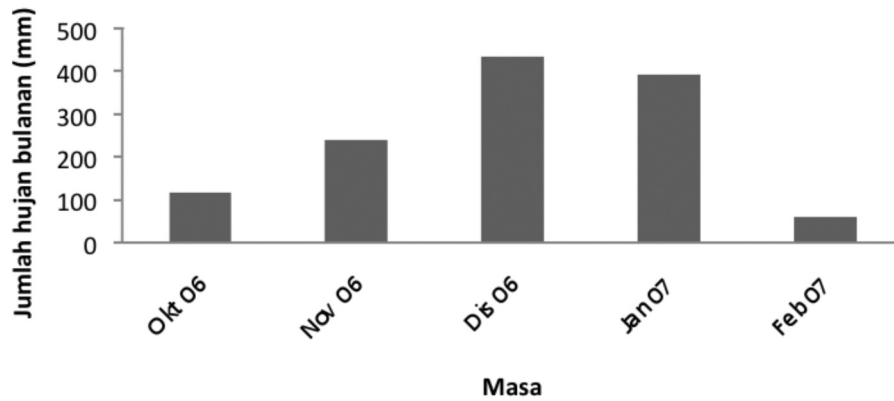
RAJAH 4. Purata hujan bulanan di Stesen Felda Medoi tahun 1998 sehingga 2006



RAJAH 5. Purata jumlah hujan tahunan 1998 sehingga 2006, Stesen Medoi Segamat



RAJAH 6. Purata hujan bulanan dari Julai 2002 hingga Januari 2003 di stesen Felda Medoi



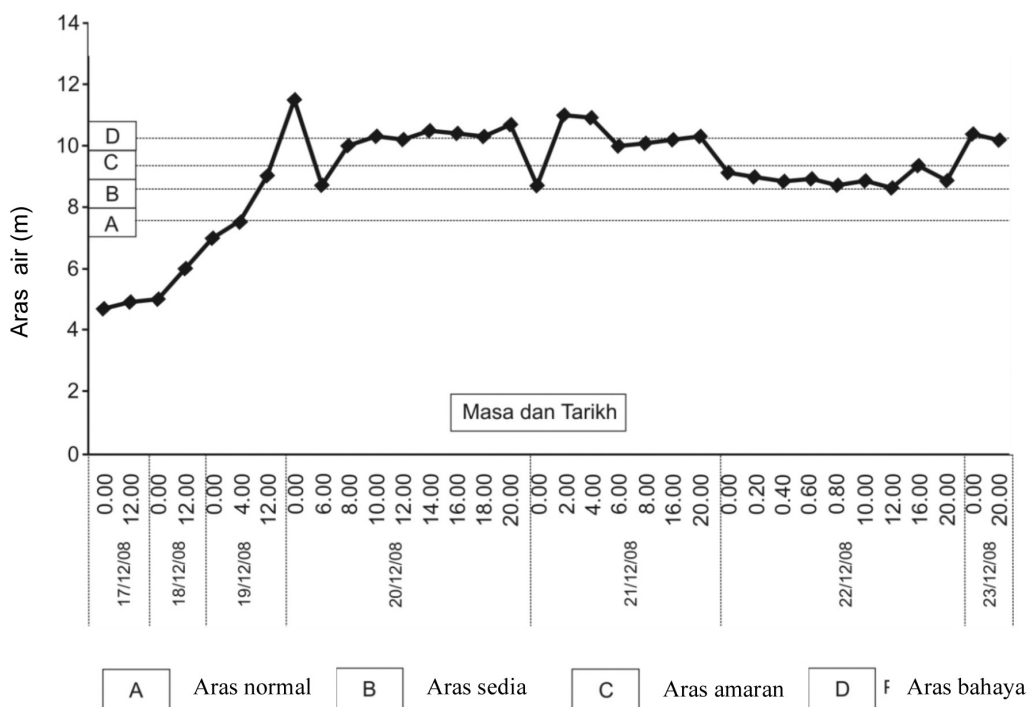
RAJAH 7. Taburan hujan bulanan Okt-Dis 2006 dan Feb 2007 di stesen Medoi, Segamat

ARAS AIR DI SUNGAI SEGAMAT

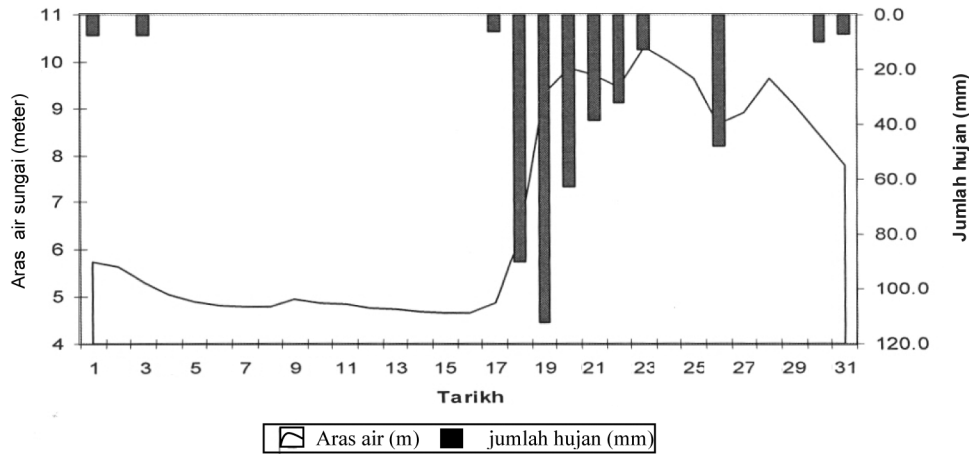
Terdapat dua stesen penyukatan aras air di Sg. Segamat, stesen yang terletak di dalam bandar dan di Kg. Jilah. Stesen dalam bandar mempunyai aras normal 7.50 m di atas aras laut, aras bersedia pada kedudukan 8.10 m, aras amaran 8.70 m dan aras bahaya pada 9.30 m. Stesen kedua di Kg. Jilah, ke bahagian hilir, yang mempunyai aras normal pada 4.75m, aras bersedia 5.48 m, aras amaran, 6.10 m dan aras bahaya pada 6.70 m. Data dan Jabatan parit dan saliran (2007b) pada Rajah 8 dan Rajah 9, menunjukkan bahawa aras air bagi Sg. Segamat meningkat sejak 17 Disember 2006 dan mencapai aras bahaya pada 19 Disember 2006.

Aras air hanya pada 7.16 m pada 12.00 tengahari, 18 Disember, tetapi meningkat sehingga ke aras bersedia pada jam 6.00 pagi hari berikutnya iaitu 19 Disember. Keadaan

ini disebabkan oleh curahujan yang mencapai 90 mm pada 18 Disember, dan hujan berterusan ini meningkatkan curahujan kepada 115 mm pada 19 Disember 2006. Akibat hujan yang lebat dan berterusan di kawasan Segamat, aras air terus meningkat dengan mendadak dan mencapai aras amaran dalam masa tiga jam sahaja. Pada jam 12.00 tengahari, 19 Disember 2006, aras air Sungai Segamat telah mencapai aras bahaya (9.30 m) di stesen dalam bandar. Aras air terus meningkat sehingga 11.75 m pada 20 Disember dan mencapai maksimum pada pukul 12.00 tengahari. Akhirnya aras air Sg. Segamat mencapai aras 4.25 m lebih tinggi daripada aras normal yang ditetapkan oleh Jabatan Perairan dan Saliran Segamat, berlakulah kelimpahan air Sg. Segamat pada 20 dan 21 Disember ke tebing sungai dan mula berlaku banjir di kawasan Bandar Segamat dan sekitarnya.



RAJAH 8. Aras air Sungai Segamat dari 17 hingga 23 Disember 2006



RAJAH 9. Jumlah taburan hujan dan aras air Sg. Segamat di Bandar Segamat pada Disember 2006

CORAK LUAHAN SUNGAI

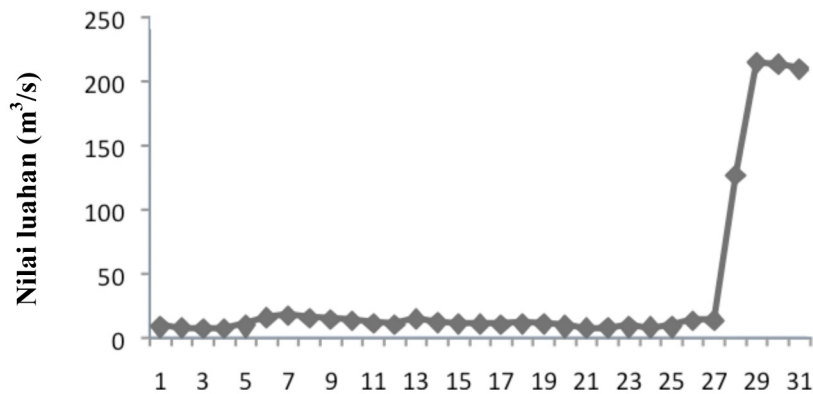
Rajah 10 menunjukkan taburan luahan di Sg. Segamat pada Disember 2006 Jabatan Parit dan Saliran. Pada 1 sehingga 26 Disember luahan harian berjulat daripada 7.5 m³/s sehingga 15.2 m³/s, tetapi bermula dari malam 27 Disember, berlaku peningkatan luahan secara tiba-tiba kepada 127.1 m³/s.

Jumlah luahan ini semakin meningkat dan pada 29 Disember luahan mencapai kepada 214.8 m³/s. Selepas itu luahan ini menurun secara perlahan kepada 213 m³/s pada 30 Disember dan menurun kepada 209 m³/s pada 31 Disember. Kenaikan jumlah luahan bagi Sg. Segamat kurang mempunyai hubungan yang bererti dengan jumlah hujan ataupun keadaan paras air, kemuncak jumlah hujan yang dicatatkan ialah tertinggi pada 19 Disember 2006 (115 mm), yang telah menaikkan paras sungai ke paras bahaya/tertinggi (10.5 m) pada 23 Disember 2006, tetapi jumlah luahan tertinggi hanya dikesan pada 27 Disember 2006. Ini menunjukkan bahawa selepas menerima jumlah hujan tertinggi aras air sungai meningkat ke aras tertinggi tetapi tidak disertai dengan kenaikan nilai luahan, kerana peningkatan nilai luahan hanya berlaku empat hari kemudian.

KEADAAN CURAHUJUAN NEGERI JOHOR

Luruan sejuk yang berpunca daripada tekanan tinggi di Siberia telah menyebabkan penguatan kelajuan angin timur laut di Laut China Selatan mulai 16 Disember 2006, dan seterusnya menguatkan penumpuan serta ricihan angin siklonik di rantau ini, terutama di kawasan selatan Semenanjung Malaysia pada 17 sehingga 20 Disember 2006 (Fredolin et al. 2008). Keadaan ini telah menyebabkan berlakunya episod hujan lebat di Johor, Pahang, Negeri Sembilan dan Melaka (Desa et al. 2001).

Negeri Johor mula mengalami hujan lebat monsun sejak pagi ahad, 17 Disember 2006. Jumlah hujan memuncak pada 19 Disember 2006, Stesen Felda Medoi (Segamat) yang mencatatkan hujan yang bermula pada 17 Disember (5.9 mm), meningkat ke 90.4 mm pada 18 Disember 2006 dan kemudian meningkat ke 112 mm pada 19 Disember 2006, tetapi menurun ke 63 mm pada 20 hb Disember 2006. Di Stesen Senai pula menunjukkan peningkatan dari 46.4 mm pada 16 Disember kepada 94.6 mm, kemudian kepada 128 mm (18/12) dan kepada 236 mm pada 19 Disember 2006 dan menurun kepada 40 mm pada 20 Disember 2006. Data Jabatan kajiucaca



RAJAH 10. Taburan luahan harian bulan Disember 2006

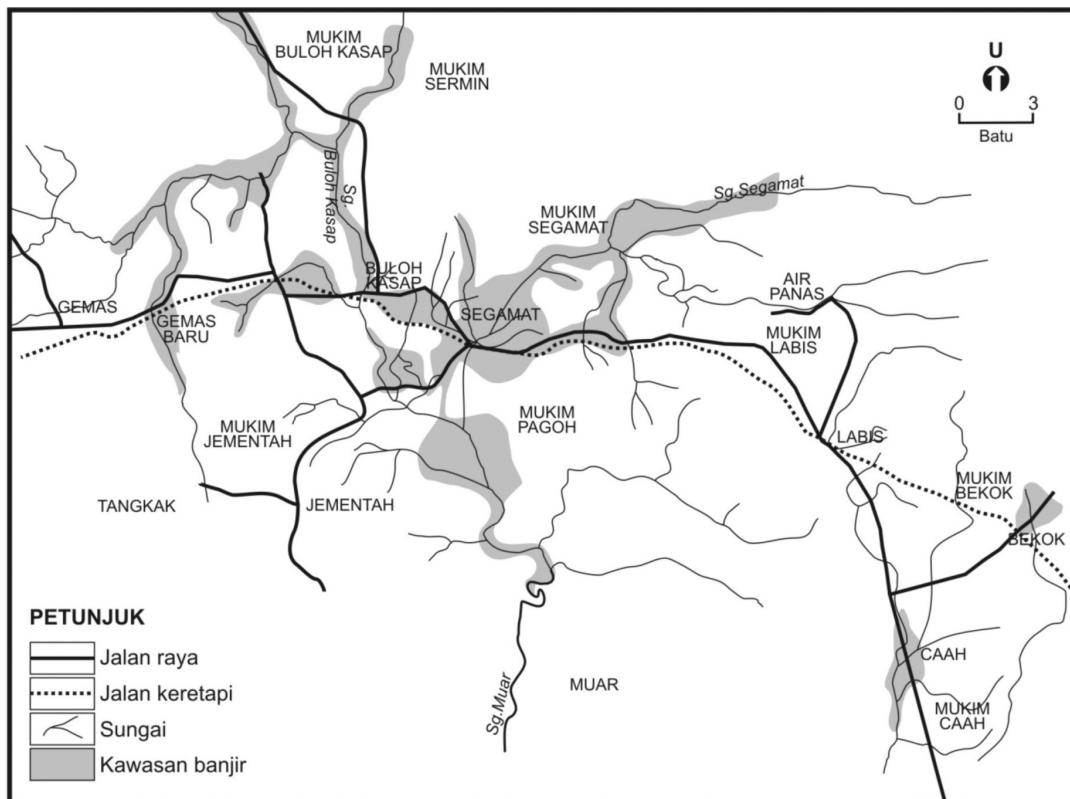
JADUAL 1. Jumlah hujan harian (mm) bagi Negeri Johor (16 -20 hb Disember 2006)

Stesen	Tarikh (Disember 2006)					Jumlah (mm)
	16	17	18	19	20	
Segamat	00	5.9	90.4	112.0	63.0	271.3
Batu Pahat	0.8	10.8	93.4	71.6	2	178.6
Senai	46.4	94.6	128	236	40	545
Kluang	00	53.2	126.8	266	18	464
Mersing	0.8	1.8	7.4	133.6	6	149.6

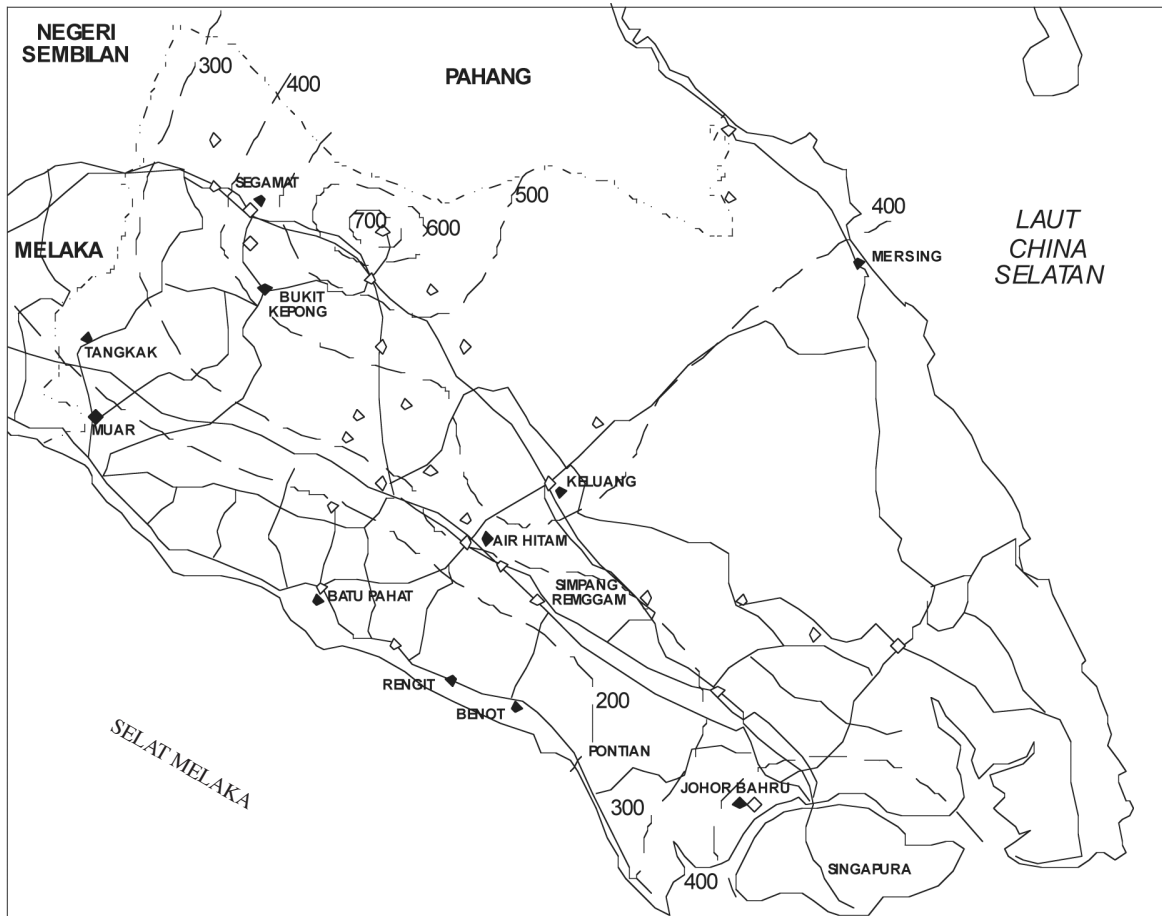
Malaysia (2007) menunjukkan bahawa curahujan adalah tertabur tidak sekata di Johor (Jadual 1). Jumlah hujan yang direkodkan selama 4 hari sahaja telah melebihi nilai purata hujan bulanan Johor. Episod hujan lebat yang berterusan selain berlaku di Johor pada tarikh yang sama, ia juga berlaku di negeri-negeri lain seperti Melaka, Pahang Selatan yang menyebabkan banjir, terutama di kawasan-kawasan rendah.

Akibat daripada hujan yang berterusan ini menyebabkan air Sg. Segamat melimpah ke kanan dan kiri tebing sungai dan menyebabkan kenaikan air sekitar 1-2 m, terutama di kawasan-kawasan yang rendah di Bandar Segamat (Jabatan Parit dan Saliran 2007a) (Rajah 11).

Rajah 12 menunjukkan curahujan yang begitu besar melanda Johor adalah bermula sejak 17 Disember 2006 telah membahagikan taburan hujan di Negeri Johor kepada taburan isohyet hujan yang berjulat antara 200 sehingga 700 mm dalam masa 3 hari (Jabatan Parit dan Saliran 2007a). Kawasan Segamat yang mempunyai taburan hujan tertinggi (600 sehingga 700 mm) kemudian semakin rendah kepada taburan 200 sehingga 300 mm di kawasan Muar, Kluang, Mersing, Pontian dan Johor Bahru. Bagi kawasan yang terletak berhampiran pantai, seperti Kota Tinggi, Muar, Pontian dan Johor Bahru telah terlibat dengan banjir banjir besar dan wujud sebagai kesan pertembungan di antara aliran sungai yang perlahan



RAJAH 11. Kawasan banjir Segamat semasa Disember 2006 (Jabatan Parit dan Saliran 2007a)



RAJAH 12. Isohyet hujan untuk tempoh tiga hari (18 – 20 Disember 2006) di Johor

dengan berlakunya pasang maksimum yang juga berlaku pada masa tersebut.

KESIMPULAN

Episod hujan lebat yang berterusan dari 17 Disember sehingga 19 Disember 2006 yang bermula di Johor telah menyebabkan banjir terutama di kawasan-kawasan yang rendah. Hujan tersebut beransur berkurangan mulai 20 Disember 2006. Episod banjir yang berlaku di Segamat dan tempat-tempat lain di negeri boleh dianggap sebagai satu keadaan banjir yang lazimnya tidak berlaku dalam tahun-tahun sebelumnya, tetapi tidak mustahil ia akan berulang di masa hadapan. Banjir yang telah menyebabkan kehilangan nyawa (manusia dan haiwan) serta kerusakan harta benda dan perpindahan penduduk yang terlibat menyebabkan peristiwa banjir tersebut sukar dilupakan dan sentiasa diingati. Berlakunya banjir ini besar kemungkinan berkaitan dengan kesan perubahan guna tanah, keadaan sistem saliran yang tidak terpelihara disamping keadaan iklim. Oleh yang demikian, dicadangkan pengekalan hutan simpan, kawal perubahan guna tanah, penaiktarafan sistem saliran, elak pembangunan di kawasan rendah patut dipertimbangkan oleh pihak penguat kuasa di Johor.

PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada En. Hazrin Bin Saadan, Pegawai Jabatan Parit dan Saliran Negeri Johor di Segamat yang telah membantu membekalkan data hidrologi bagi kawasan Segamat. Ucapan terima kasih kepada En. Abd. Razak Mokhtar dan Pn. Norhizan Mat Tais yang telah membantu melukis rajah-rajah dalam penerbitan ini.

RUJUKAN

- Balek, J. 1983. Hydrology and water resources in tropical regions. *Developments in Water Science* 18.
- Balkema, A.A., Rotterdam & Brookefield 1993. *Hydrology and Water Management of Deltaic Areas*. Netherland: Center for Civil Engineering Research and Codes.
- Bradley, A.A. & K.W. Potter. 1992. Flood frequency analysis of simulated flows. *Water Resource Research* 28(9): 2375-2385.
- Chan, N.W. 1996. Vulnerable of urban areas to floods. *The Star*, 26 Jan. 1996: 4-6.
- Desa, M.N., Noriah, A.B. & Rakheeda, P.R. 2001. Probable maximum precipitation for 24-hr duration over Southeast Asian Monsoon Region-Selangor, Malaysia. *Atmospheric Research* 58: 41-54.
- Fredolin, T.T, Liew Juneng, Ester Salimun, P.N. Vinayachandran, Yap Kok Seng, C.J.C. Reason, S.K. Behera & Yasunari, T. 2008. On the roles of the northeast cold surge, the Borneo

- vortex, the Madden-Julian Oscillation, and the Indian Ocean Dipole during the extreme 2006/2007 flood in southern Peninsular Malaysia. *Geophysical Research Letter* 35: 1-6.
- Jabatan Kajicuaaca Malaysia 2007. *Laporan Episod Hujan Lebat yang Mengakibatkan Banjir di Negeri Johor, Melaka, Negeri Sembilan, dan Pahang dalam Tempoh 17 – 20 Disember 2006*.
- Jabatan Parit dan Saliran 2007a. *District of Muar and Batu Pahat, Introduction of flood hazard mapping*. Kementerian Pertanian Malaysia
- Jabatan Parit dan Saliran 2007b. *Laporan Taklimat Banjir Segamat 2006/2007*. Kementerian Pertanian Malaysia
- Jamaluddin, J. & S. Sham. 1987. Deveopment process, soil erosion and flashfloods in the Kelang Valley Region, Peninsular Malaysia: A general consideration. *Arch Hydrobiol Beih* 28: 399-405.
- Muhd. Barzani Gasim, Jumaat Hj. Adam, Mohd Ekhwan Hj Toriman, Sahibin Abd. Rahim & Hafizan Hj. Juahir. 2007. Coastal flood phenomenon in Terengganu, Malaysia: Special reference to Dungun. *Research Journal of Environmental Sciences* 1(3): 1-6.
- Rose, S. & Peter, E.N. 2001. Effect of urbanization on stream flow in the Atlanta area (Georgia, USA): A comparative hydrological approach. *Hydrological Processess* 15(8): 1441-1457.
- Schulz, E.F., Koelzer, V.A. & Mahmood, K. 1972. *Floods and Droughts*. United States: Water Resources Publications.
- Smith, K. & Ward, R. 1998. *Floods- Physical Processes and Human Impacts*. New York: John Wiley & Sons.
- Ward, A.D. & Trimble, S.W. 2004. *Environmental Hydrology*. 2nd Ed. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Whiting, P.J. 1998. Floodplain maintenance flows. *Rivers* 6(3): 160-170.
- Muhammad Barzani Gasim*, Salmijah Surif, Sahibin Abd. Rahim & Chong Hui Be
Pusat Pengajian Sains Sekitaran & Sumber Alam
Fakulti Sains & Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor D. E.
Malaysia
- Mohd. Ekhwan Hj. Toriman
Pusat Pengajian Sains Sosial, Pembangun & Persekitaran
Fakulti Sains Sosial & Kemanusiaan
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor D. E.
Malaysia
- Mazlin Mokhtar
Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI)
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor D. E.
Malaysia

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: dr.zani@ukm.my

Diserahkan: 16 Februari 2009

Diterima: 4 September 2009