

Integrasi GIS dan Analisis Patch dalam Kajian Perubahan Sempadan: Kajian kes Perubahan Sempadan Bahagian di Sarawak Sebelum 1973 hingga 2002

Oleh

Tarmiji Masron*, Narimah Samat* & Nazarudin Zainun**

*Bahagian Geografi

**Bahagian Sejarah

Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan

Universiti Sains Malaysia

11800 Minden

Penang

Abstrak

Dalam tempoh 161 tahun, iaitu bermula tahun 1841 sehingga 2002 negeri Sarawak telah mengalami beberapa kali perubahan sempadan negeri, bahagian dan daerah. Kertas kerja akan menganalisis seterusnya membincangkan perubahan sempadan bahagian yang telah berlaku sebelum tahun 1973 sehingga tahun 2002. Antara perkara yang cuba dilihat dalam analisis perubahan sempadan ini ialah aspek morfologi. Kajian ini melibatkan penggunaan teknologi Sistem Maklumat Geografi (GIS). GIS akan digunakan bagi kerja-kerja membangunkan peta digital perubahan sempadan dan unit pentadbiran, membangunkan pangkalan data dan seterusnya memodelkan corak perubahan sempadan di kawasan kajian. Dalam kajian ini juga, indeks bentuk (Shape Index – SI) dan dimensi fractal (Fractal Dimension – FD) akan digunakan dalam menilai corak perubahan sempadan. Pengiraan matrik lanskap ini akan menggunakan perisian *Patch Analyst*

Kata kunci : Perubahan Sempadan, Sistem Maklumat Geografi dan Analisis Patch

1.0 Pengenalan

Wilayah (*territory*) merujuk kawasan permukaan yang dihadkan oleh sempadan yang mana dengannya sesuatu negara menjalankan kekuasaan dan kedaulatan (Krukoski, 2006:1). Sempadan merupakan satu isu yang cukup penting bagi sebuah negara ataupun negeri kerana ia melibatkan kedaulatan dan perundangan. Dengan adanya sempadan, sesebuah negara ataupun negeri bebas untuk melaksanakan aktiviti dan menguatkuasakan undang-undang dalam wilayah masing-masing. *Boundaries* yang diwakili oleh garisan

atau line selalunya digunakan untuk memisahkan kawasan perundangan di dua buah negeri ataupun wilayah yang berdampingan (*adjacent*) atau dua wilayah yang mempunyai kedaulatan yang berbeza (Reed, 2000 & Collins, 1999).

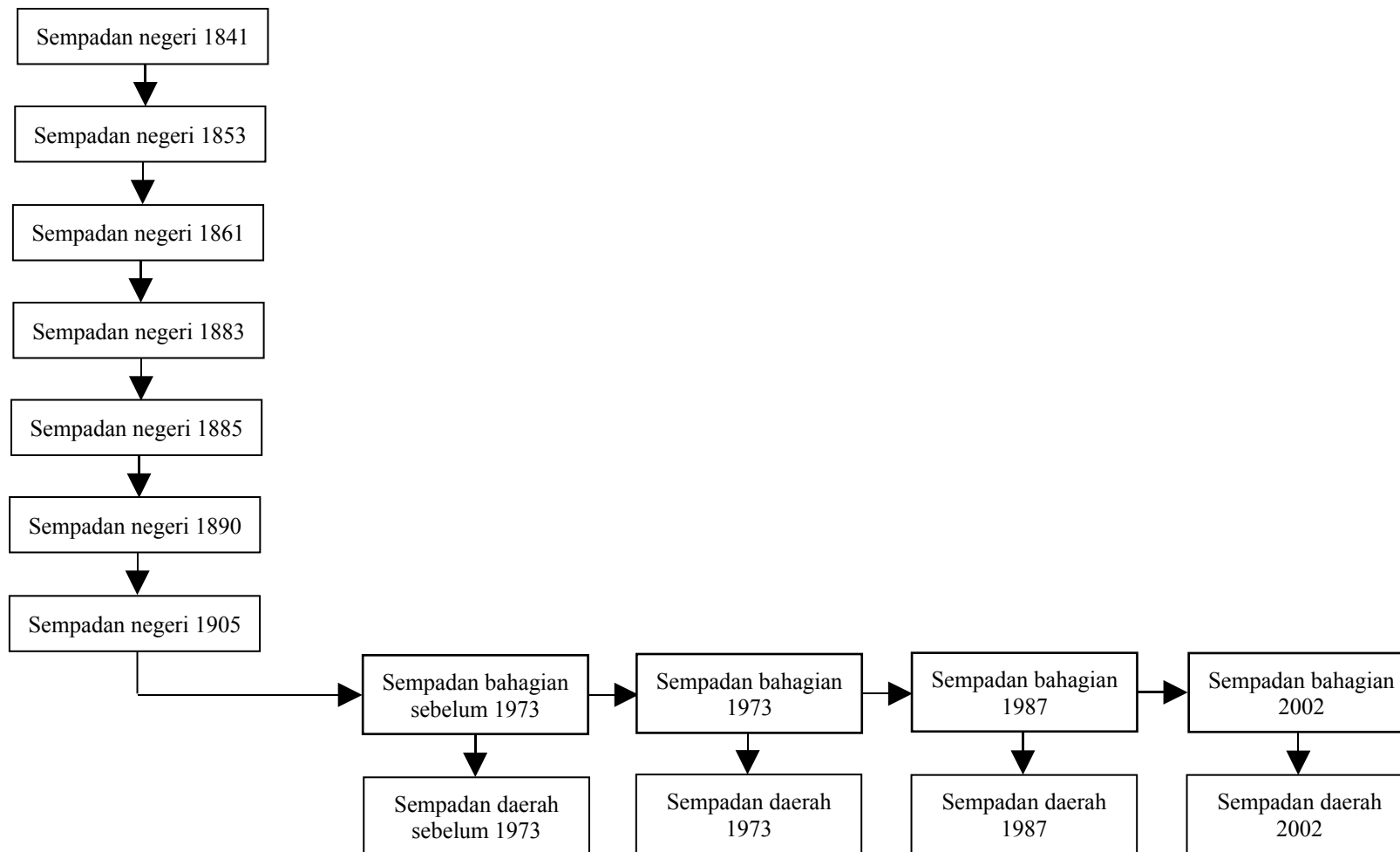
Penggunaan istilah garisan (*polyline*) atau garis (*line*) merupakan pendekatan yang terbaik untuk menggambarkan sempadan. Dalam konteks ruang geografi, sempadan biasanya digambarkan dengan menggunakan objek garisan (*polyline*) yang merujuk kepada sambungan segmen garis-garis lurus (*lines*). Segmen garis lurus (*line*) pula diwujudkan oleh sambungan 2 titik yang berlainan lokasi. Setiap titik ini mewakili satu bacaan koordinat geografi X dan Y yang diketahui secara tepat di atas muka bumi (Burrough, 1996)

Dalam tempoh 161 tahun, iaitu bermula tahun 1841 sehingga 2002 negeri Sarawak telah mengalami beberapa kali perubahan sempadan negeri, bahagian dan daerah. Kertas kerja akan menganalisis seterusnya membincangkan perubahan sempadan bahagian yang telah berlaku sebelum tahun 1973 sehingga tahun 2002. Antara perkara yang cuba dilihat dalam analisis perubahan sempadan ini ialah aspek morfologi. Kajian ini melibatkan penggunaan teknologi Sistem Maklumat Geografi (GIS). GIS akan digunakan bagi kerja-kerja membangunkan peta digital perubahan sempadan dan unit pentadbiran, membangunkan pangkalan data dan seterusnya memodelkan corak perubahan sempadan di kawasan kajian. Dalam kajian ini juga, indeks bentuk (Shape Index – SI) dan dimensi fractal (Fractal Dimension – FD) akan digunakan dalam menilai corak perubahan sempadan. Pengiraan matrik lanskap ini akan menggunakan perisian *Patch Analyst*.

Morfologi adalah penelitian terhadap perubahan bentuk dan sempadan yang selalunya dikaitkan dengan kepadatan pembangunan di sesuatu bandar (Mayhew, 1997). Batty dan Longley (1987) contohnya menggunakan dimensi fractal (FD-Fractal Dimension) dalam memantau perubahan sempadan bandar Cardiff di United Kingdom dari tahun 1886 hingga 1992. Penilaian mereka mendapati bandar tersebut telah mengalami perubahan nilai FD dari 1.141 pada tahun 1886 kepada 1.117 di tahun 1901 dan 1.109 di tahun 1992. Dapatan ini menunjukkan tiada perubahan morfologi bandar yang ketara dalam jangkamasa yang dikaji. Ini menunjukkan corak sempadan bandar ini telah berkembang dalam bentuk dan arah yang sama sejak 1886 hingga 1992.

2.0 Data dan Metodologi

Peta-peta sempadan bahagian digunakan untuk menganalisis arah tuju dan corak perkembangan sempadan bahagian di kawasan kajian diperolehi daripada Jabatan Tanah dan Ukur Sarawak sama ada melalui proses penyalinan dari peta asal ataupun mendapatkan peta asal dari sumber ini . Proses pembangunan data digital didalakan dengan melakukan kerja-kerja pendigitan daripada salinan asal peta daripada Jabatan Tanah dan Ukur Sarawak. Pembangunan peta digital sempadan melibatkan tiga peringkat utama (Rajah 2.1). Melalui peta sempadan negeri yang diperolehi daripada rekod Arkib Negara Kuala Lumpur, proses pendigitan dijalankan untuk mewujudkan salinan digital peta tersebut. Peringkat seterusnya ialah pembangunan peta digital sempadan bahagian yang melibatkan empat peringkat perubahan utama dan seterusnya peta sempadan daerah yang juga melibatkan empat perubahan utama.



Rajah 2.2 : Peringkat-peringkat pembangunan data ruang sempadan

Untuk memastikan peta tersebut berada pada kedudukan sistem koordinat bumi yang betul, peta yang diperolehi telah didaftar kepada sistem koordinat RSO Malaya (Malayan Rectified Skew Orthomorphic - RSO) yang digunakan di Malaysia dan Brunei. Teknologi sistem maklumat geografi (GIS) telah digunakan dalam proses ini. GIS juga digunakan dalam pembentukan pangkalan data, analisis perubahan sempadan dan unit pentadbiran dan paparan hasilan.

2.1 Analisis Patch

Morfologi bandar penting dalam kajian geografi sejarah, terutamanya dalam melihat corak perubahan sempadan sesuatu kawasan. Dalam kajian ini indeks bentuk (Shape Index – SI) dan dimensi fractal (Fractal Dimension – FD) akan digunakan dalam menilai corak perubahan sempadan daerah pentadbiran dikawasan kajian. Kedua-dua kaedah ini sering digunakan dalam menilai perubahan struktur ruangan bandar (Batty dan Longley, 1994; Coa dan Lam, 1997; White dan Engelen, 2000). FD juga boleh digunakan dalam mengkaji perubahan bentuk fenomena sama ada buatan manusia atau semula jadi seperti bandar, pinggir pantai dan bukit yang mempunyai nilai antara 1 dimensi dan 2 dimensi (Batty dan Longley, 1994; Cao dan Lam, 1997). Pengiraan matrik lanskap ini akan menggunakan perisian Patch Analyst, satu perisian statistic yang dihasilkan yang dihasilkan oleh sekumpulan penyelidik di Northwest Science and Technology, Ontario Canada.

Analisis yang dijalankan adalah melibatkan penilaian perubahan morfologi sempadan pentadbiran. Analisis ini penting dalam kajian geografi sejarah, terutamanya dalam melihat corak perubahan sempadan mengikut masa. Dalam kajian ini indek bentuk

(Shape Index – SI) dan dimensi fractal (Fractal Dimension – FD) telah digunakan dalam menilai corak perubahan sempadan dikawasan kajian. SI mempunyai nilai $1 \leq SI \leq \infty$ iaitu nilai 1 menggambarkan bentuk yang paling padat mewakili sebuah bulatan dan nilai yang tinggi menggambarkan bentuk yang tidak padat. Nilai SI ini boleh dikira berdasarkan rumus di bawah iaitu,

$$SI = \frac{P}{3.54\sqrt{A}} \dots\dots\dots(1)$$

iaitu,

SI = indek bentuk

P = perimeter

A = keluasan

Selain dari indeks bentuk, FD juga boleh digunakan dalam mengkaji perubahan struktur sempada sesuatu kawasan. FD adalah berasaskan teori "self-similarity" yang dikira dengan mengambil nisbah antara keluasan dan perimeter sesuatu objek (Batty dan Longley, 1994). Kedua-dua nilai SI dan FD dapat dikira dengan menggunakan perisian Patch Analysts yang dibangunkan oleh Rempel et al. (1999). Perisian ini boleh digunakan sebagai extension di dalam perisian Arcview 3.2 (ESRI, 1998).

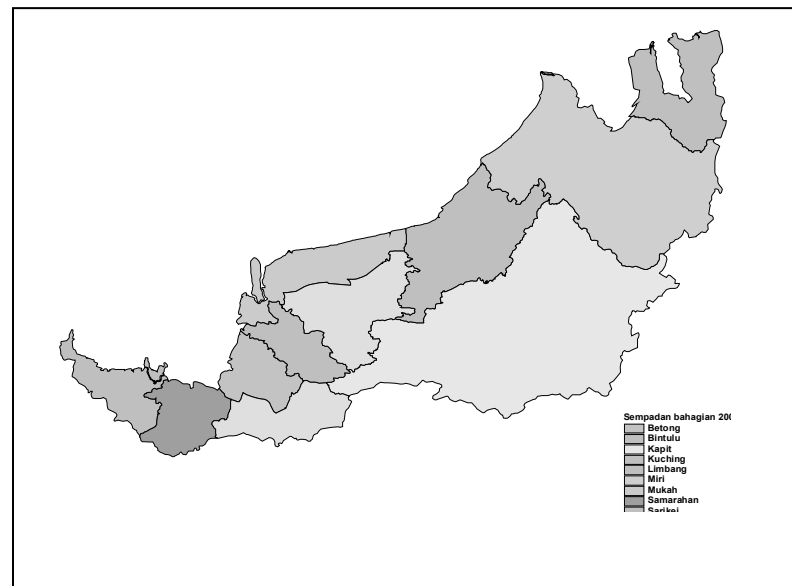
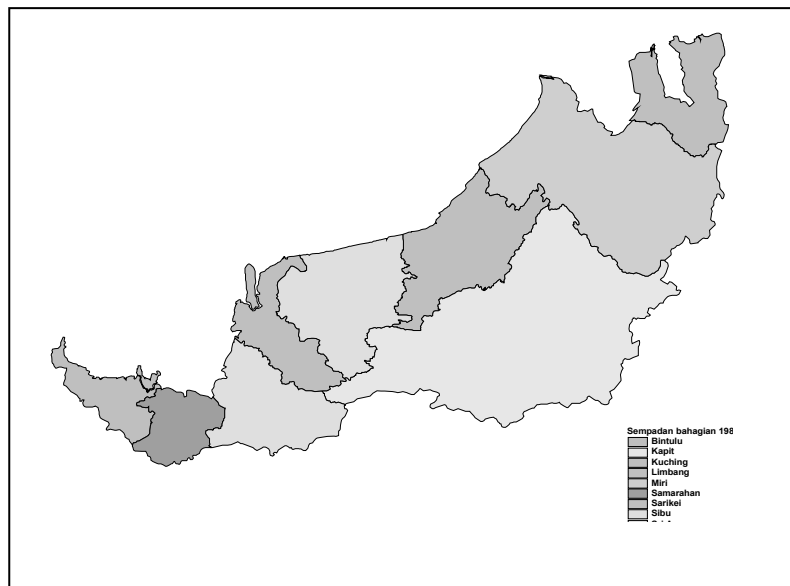
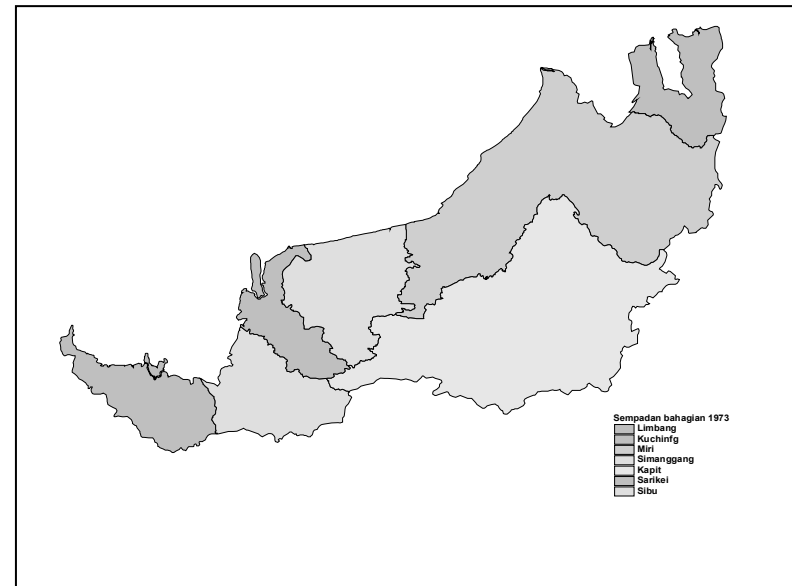
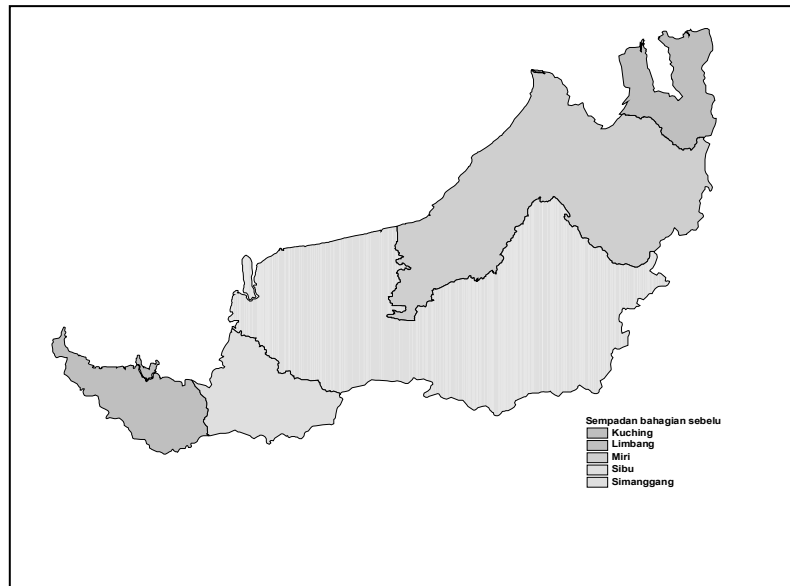
3.0 Perubahan Sempadan Bahagian

Sehingga kini negeri Sarawak telah mengalami empat kali perubahan sempadan bahagian. Sempadan pertama bahagian di Sarawak diwujudkan sebelum tahun 1973 dengan membahagikan negeri Sarawak kepada lima bahagian iaitu Bahagian Pertama (Kuching) dengan keluasan 9024.945 km², Bahagian Kedua (Simanggang) 10204.842

km², Bahagian Ketiga (Sibu) 58282.736 km², Bahagian Keempat (Miri) 39105.126 km² dan seterusnya Bahagian Kelima (Limbang) 7665.766 km².

Perubahan sempadan kedua dicatat pada tahun 1973 dengan mewujudkan dua bahagian baru di Sarawak iaitu Bahagian Kapit dengan keluasan 38821.497 km² dan Bahagian Sarikei 6777.559 km². Dua sempadan ini adalah pecahan daripada Bahagian Kapit yang menjadikan keseluruhan bahagian di Sarawak kepada 7 bahagian. Tahun 1987 mencatatkan sekali lagi perubahan sempadan Bahagian di Sarawak. Sekali lagi dua sempadan bahagian baru telah diwujudkan iaitu Bahagian Bintulu dengan keluasan 12281.852 km² dan Bahagian Samarahan 4969.620 km². Pertambahan ini menjadikan jumlah bahagian di Sarawak kepada 9 bahagian. Bahagian Bintulu adalah pecahan daripada Bahagian Miri, manakala Bahagian Samarahan adalah pecahan daripada Bahagian Kuching dan Sri Aman ataupun Simanggang.

Sempadan bahagian di Sarawak mengalami perubahan untuk kali ke tiga pada tahun 2002 dengan wujudnya dua bahagian baru Bahagian Betong dengan keluasan 4117.135 km² dan Bahagian Mukah 6896.731 km² menjadikan jumlah keseluruhan bahagian di Sarawak adalah 11 bahagian. Bahagian Betong adalah pecahan dari Bahagian Sri Aman manakala Bahagian Mukah adalah pecahan dari Bahagian Sibu dan Sarikei (Rajah 3.1).



Rajah 3.1 : Perubahan Morfologi Sempadan Bahagian di Sarawak Sebelum 1973 hingga 2002

4.0 Analisis dan Perbincangan

Perubahan pada skala yang berbeza serta corak perubahan sama ada pengecilan saiz sempadan sedia ada ataupun pembesaran sempadan baru telah memberi kesan kepada Indeks Bentuk (SI) ataupun Dimensi Fraktal (FD) sempadan tersebut (Jadual 3.1). Daripada analisis yang dijalankan menunjukkan nilai yang agak seragam dari segi Indeks Bentuk (SI) yang wujud bagi kesemua sempadan bagi tahun yang berbeza. Walau bagaimanapun jika dibandingkan antara sempadan yang berbeza dengan tahun perubahan sempadan yang sama menunjukkan ketidakseragaman nilai SI. Sempadan yang wujud sebelum tahun 1973 mencatatkan nilai SI yang agak tinggi ataupun tidak padat bagi kesemua sempadan kecuali sempadan bahagian Simanggang ataupun Sri Aman yang mencatatkan nilai 1.5058. fenomena ini mempunyai kaitan dengan keluasan sesebuah sempadan. Bagi sempadan yang wujud pada tahun 1973, daripada keseluruhan 7 sempadan yang ada empat daripadanya mencatatkan Indeks Bentuk (SI) yang tidak padat, manakala selebihnya mencatatkan nilai SI yang agak padat iaitu sekitar 1.5 hingga 1.8.

Perubahan sempadan pada tahun 1987 sekali lagi menunjukkan perubahan kepada nilai SI bagi kesemua sempadan asal ataupun sempadan baru yang diwujudkan. Dua sempadan baru yang diwujudkan pada tahun ini iaitu sempadan Bahagian Samarahan dan Bintulu mencatatkan nilai SI dibawah 2.0 iaitu 1.46182 bagi Bahagian Samarahan dan 1.95023 bagi Bahagian Bintulu. Daripada kesemua sempadan yang diwujudkan pada tahun 1987, sempadan Bahagian Miri mencatatkan penurunan nilai SI daripada 2.02101 pada tahun 1973 kepada 1.70873 bagi tahun 1987.

Jadual 3.1 Indek Bentuk (SI) dan Dimensi Fraktal (FD) Sempadan Bahagian di Sarawak Sebelum 1973 hingga 2002.

Bahagian	Keluasan (km ²)				Indek Bentuk (SI)				Dimensi Fraktal (FD)			
	Sebelum 1973	1973	1987	2002	Sebelum 1973	1973	1987	2002	Sebelum 1973	1973	1987	2002
Kuching	9024.945	9024.945	4598.760	4598.760	2.06218	2.06218	2.43129	2.43129	-11.63753	-11.63753	-3.35568	-3.35568
Simanggang	10204.842	10204.842	9661.408	5544.273	1.50580	1.50580	1.50531	1.60459	-16.45097	-16.45097	12.57706	-3.33486
Sibu	58282.736	12683.680	12683.680	8353.422	2.16284	1.67003	1.67003	1.89204	3.62747	140.46778	140.46778	-8.70658
Miri	39105.126	39105.126	26823.274	26823.274	2.02101	2.02101	1.70873	1.70873	4.42026	4.42026	5.65169	5.65169
Limbang	7665.766	7665.766	7665.766	7665.766	2.12764	2.12764	2.12764	2.12764	-7.45317	-7.45317	-7.45317	-7.45317
Kapit		38821.497	38821.497	38821.497		1.83716	1.83716	1.83716		4.27529	4.27529	4.27529
Sarikei		6777.559	6777.559	4211.087		2.43010	2.43010	1.79923		-6.16396	-6.16396	-2.44046
Samarahan			4969.620	4969.620			1.46182	1.46182			-2.60995	-2.60995
Bintulu			12281.852	12281.852			1.95023	1.95023			-576.81188	-576.81188
Mukah				6896.731				2.32203				-6.22183
Betong				4117.135				1.4420				-1.97018

Tahun 2002 sekali lagi mencatatkan perubahan sempadan bahagian di Sarawak dengan mewujudkan dua bahagian baru iaitu Bahagian Mukah dan Bahagian Betong. Daripada 11 sempadan bahagian yang wujud tiga daripadanya mencatatkan nilai SI lebih dari 2.0 ataupun tidak padat, manakala selebihnya mencatatkan nilai SI di bawah 2.0. nilai SI yang paling rendah dicatatkan oleh Bahagian Betong iaitu 1.4420.

Bagi Dimensi Fraktal (FD), daripada analisis yang dijalankan menunjukkan nilai yang tidak seragam bagi sesetengah sempadan (Jadual 3.1). Daripada keseluruhan sempadan bahagian yang diwujudkan sebelum tahun 1973 hingga tahun 2002 mencatatkan hanya beberapa sempadan mempunyai ciri-ciri kesamaan (self-similarity). Sempadan-sempadan tersebut ialah sempadan Limbang (-7.45317) bagi sempadan yang diwujudkan sebelum 1973 hingga perubahan sempadan pada tahun 2002.

Senario yang sama berlaku bagi sempadan Bahagian Kapit yang telah diwujudkan pada tahun 1973 iaitu pecahan daripada sempadan Bahagian Sibu, sempadan Bahagian Samarahan yang diwujudkan pada tahun 1987, pecahan daripada Bahagian Kuching dan Sri Aman dan sempadan Bahagian Bintulu yang diwujudkan pada tahun 1987 pecahan dari sempadan Bahagian Miri. Dimensi Fraktal (FD) yang dicatat bagi sempadan Bahagian Kapit adalah 4.27529 pada tahun 1973 hingga perubahan sempadan pada tahun 2002. Manakala bagi FD sempadan Bahagian Samarahan dan Bahagian Bintulu ialah (-2.60995) dari tahun 1987 dan 2002 dan (-576.81188) pada tahun 1987 dan 2002.

Persamaan FD bagi sempadan Labuan, Kapit, Samarahan dan Bintulu adalah kerana tiada sebarang perubahan terhadap sempadan bahagian tersebut dari tahun ia diwujudkan sehingga tahun terakhir perubahan sempadan iaitu 2002, sama ada penambahan keluasan ataupun pembahagian kawasan baru dari sempadan bahagian sedia ada.

Manakala bagi sempadan bahagian yang mengalami proses pengecilan kesan pembahagian ataupun wujudnya sempadan baru ataupun proses pembesaran kesan penambahan keluasan sempadan baru yang diwujudkan mencatatkan nilai FD yang tidak seimbang. Sempadan bahagian yang mencatatkan nilai ciri-ciri ketidaksamaan yang paling banyak adalah sempadan Bahagian Simanggang ataupun Sri Aman dan sempadan Bahagian Sibü. Kedua-dua sempadan ini merupakan sempadan yang paling kerap mengalami perubahan sempadan iaitu pengecilan sempadan kesan wujudkan sempadan baru dari tahun 1973 hingga perubahan sempadan pada tahun 2002.

FD yang dicatatkan untuk sempadan Simanggang ataupun Sri Aman adalah (-16.45097) sebelum tahun 1973 dan pada tahun 1973. Nilai ini telah berubah pada pembahagian sempadan baru pada tahun 1987 dan 2002, dengan nilai FD yang dicatatkan 12.57706 dan -3.33486. Manakala bagi sempadan Bahagian Sibü nilai FD yang dicatatkan adalah 3.62747 untuk sempadan sebelum tahun 1973. Walau bagaimanapun nilai ini telah mengalami perubahan yang drastik pada tahun 1973 hingga 1987 iaitu 140.46778 dan -8.70658 pada tahun 2002.

Daripada analisis yang dijalankan menunjukkan perubahan keluasan sama ada pembesaran ataupun pengecilan sempadan yang diwujudkan mempengaruhi nilai FD yang dicatatkan. Nilai FD yang dicatatkan adalah tidak seragam ataupun mempunyai ciri-ciri ketidaksamaan. Perubahan yang drastik dari segi keluasan bagi sempadan Bahagian Simanggang ataupun Sri Aman dan Sibu telah mempengaruhi nilai FD bagi kedua-dua sempadan tersebut.

Analisis yang dijalankan mencatatkan wujudnya kepelbagaian morforlogi sempadan bahagian yang terdapat di Sarawak kesan penambahan sempadan baru dan pengecilan sempadan sedia ada. Walau bagaimanapun hasil analisis ini belum dikaitkan dengan faktor-faktor lain seperti sejarah, demografi dan sosio-ekonomi di kawasan sedia ada dan sempadan baru yang diwujudkan serta pengaruh elemen-elemen fizikal lain seperti sungai dan mempengaruhi morforlogi yang diwujudkan.

5.0 Kesimpulan

Keputusan analisis yang dijalankan menunjukkan perubahan sempadan sama ada proses pengecilan sempadan sedia ada ataupun pembentukan sempadan baru telah mempengaruhi morforlogi sesuatu sempadan. Integrasi sistem maklumat geografi (GIS) dan analisis Patch dalam analisis morforlogi sesebuah sempadan melalui penggunaan Indek Bentuk (SI) dan Dimensi Fraktal (FD) dapat membantu dalam memahami kesan perubahan sesebuah sempadan politik terhadap corak, arah tuju dan bentuk sesuatu sempadan yang diwujudkan. Integrasi kedua-dua kaedah ini dalam kajian geografi sejarah dapat memperluaskan lagi aplikasinya yang kebanyakannya diaplikasikan dalam

melihat kesan perancangan bandar dan gunatanah terhadap sesuatu sempadan bandar. Walau bagaimanapun hasil analisis yang diperolehi tidak dikaitkan dengan kesan dan pengaruh faktor lain terhadap Indeks Bentuk (SI) dan Dimensi Fraktal (FD) yang diwujudkan kesan daripada perubahan sempadan yang telah berlaku. Kajian lanjutan sedang dijalankan dan diharapkan dapat memberi jawapan kepada persoalan ini.

Penghargaan

Kertas kerja ini adalah sebahagian daripada hasil penyelidikan di bawah Geran Penyelidikan Jangka Pendek, Universiti Sains Malaysia [304/Phumaniti/636082].

Rujukan

- Batty, M. dan Longley, P., (1987) Urban shapes as fractals, *Area*, 19(3), 215-221.
- Batty, M. dan Longley, P. (1994) *Fractal Cities: A Geometry of Form and Function*. London, Academic Press.
- Burrough, P.A., 1986, *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Oxford: Clarendon Press.
- Cao, C. dan Lam, N. (1997) Understanding the scale and resolution effects in remote sensing and GIS. Dalam Quattrochi, D.A. dan Goodchild, M.F (penyunting). *Scale in Remote Sensing and GIS*. Boca Raton, CRC Lewis Publishers, ms. 57-72.
- Collins. M.J., 1999, *Military Geography for Professional and the Public*, Washington. NDU Press.
- Elkie, P.C., Rempel, R.S. dan Carr, A.P. (1999) *Patch Analyst User Manual: A Tool for Quantifying Landscape Structure*, Ontario: Northwest Science & Technology.
- ESRI (1998) *Using the ArcView Spatial Analyst*. Reedland: Environmental Systems Research Institute.
- Krukoski, W.R.M, 2006, **Frontier and Boundaries**, <http://www.info.lncc.bc/wrmkk/artigoi.html> [dimuat turun 10/6/2006], 5.
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., dan Rhind, D.W., (2001) *Geographic information systems and science*. Chichester, John Wiley & Sons.
- Mayhew (1997). *Oxford Dictionary of Geography*. Oxford University Press.

Reed, M. W., 2000, *Shore and Sea Boundaries*: Vol.III, US Department of Commerce.

Tarmiji Masron, Narimah Samat & Nazarudin Zainun (2006). *British Colonization and The Spatial Shape of Sarawak, Borneo*. 13th International Conference of Historical Geographers (ICHG), Hamburg, Germany 20 – 24 August.

White dan Engelen, G. (2000). High-resolution integrated modeling of spatial dynamics of urban and regional system. *Computers, Environment and Urban System*, 24, ms 383 – 400.