



UNIVERSITI  
TEKNOLOGI  
MARA

# **CONFERENCE PROCEEDING**

## **ICITSBE 2012**

**1<sup>ST</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON INNOVATION  
AND TECHNOLOGY FOR  
SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT**

**16 -17 April 2012**



Organized by:  
Office of Research and Industrial  
Community And Alumni Networking  
Universiti Teknologi MARA (Perak) Malaysia  
[www.perak.uitm.edu.my](http://www.perak.uitm.edu.my)

PAPER CODE: UP 03

## **GIS-MCDA BAGI MENGUKUR KADAR POTENSI CIRI-CIRI SOSIOEKONOMI DAN FIZIKAL SETINGGAN TERHADAP PENCEMARAN SUNGAI: PETEMPATAN SETINGGAN DI SEPANJANG SUNGAI TEBRAU, JOHOR, MALAYSIA**

**Mohd Fadzil Abdul Rashid**

Faculty of Architecture, Planning and Surveying, Universiti Teknologi MARA (Perak), Malaysia  
mohdf032@perak.uitm.edu.my

### **Abstrak**

*Kepakaran GIS telah diterokai dan sudah diguna pakai secara meluas di dalam bidang berkaitan sains sosial. Ini berikutan keupayaan GIS menyediakan berbagai fungsi terutamanya mengintegrasikan data ruang dan bukan ruang untuk menjelaskan sesuatu fenomena ruangan secara lebih jelas. Walaupun bagaimanapun, fungsi GIS adalah terbatas bagi mengendalikan analisis yang melibatkan struktur nilai seperti tingkah laku manusia, pencapaian akademik, tahap pencemaran dan sebagainya. Untuk itu, Analisis Keputusan Multi-Kriteria (Multi-Criteria Decision Analysis - MDCA) boleh menyediakan fungsi tersebut dan memberikan nilai tambahan kepada fungsi asal GIS. Sehubungan itu, kertas kerja ini akan mencuba mengaplikasikan fungsi GIS berasaskan MCDA bagi mengukur kadar potensi setinggan terhadap pencemaran sungai berhampirannya. Sepuluh petempatan setinggan di sepanjang Sungai Tebrau Johor dijadikan sebagai kajian kes. Analisis tersebut melibatkan maklumat ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal setinggan yang dikumpulkan melalui kajian tingkah laku (soal selidik). Hasil kajian mendapati petempatan setinggan Tok Siak mempunyai kadar potensi tertinggi menyebabkan pencemaran Sungai Tebrau iaitu dipengaruhi oleh faktor tahap pendidikan penduduk rendah, kelemahan kaedah kumbahan air sisa dan tahap kesedaran/ilmu alam sekitar yang juga rendah. Sebagai kesimpulan, kertas kerja ini merumuskan bahawa pendekatan GIS berasaskan MCDA berupaya menjadi alat pembuatan keputusan yang signifikan khususnya bagi bidang sains sosial.*

**Kata Kunci:** GIS, Analisis Keputusan Multi-Kriteria (MCDA), Kajian tingkah laku, Setinggan, Pencemaran sungai, Sains sosial

### **Abstract**

*The full potential of GIS has been explored and widely used in various fields of Social Sciences due to its multi functional abilities particularly the integration of spatial and non spatial data in order to clearly explain certain phenomenon regarding spaces. Nevertheless, GIS has its own functional limitation when it comes to handling analysis of structural values such as human behaviors, academic achievement, level of pollution and the list goes on. For these analysis, Multi-Criteria Decision Analysis or MDCA, is more suitable and able to add more value to the original function of GIS. Thus, this paper aims at applying the GIS function based on MCDA to measure the potential of slum areas contribution to the river pollution nearby. Ten (10) slum areas at the banks of Sungai Tebrau Johor were selected for case study purposes. Analysis of these slum areas involved socioeconomic factors and the physical aspects of these dwellings which were derived from questionnaires distributed. Results show that Tok Siak slum area has high potential in causing river pollution to Sungai Tebrau due to the low level of education of its people, weakness in waste management and lack of awareness in the importance of nature preservation. This paper concludes that GIS, based on MCDA approach is able to provide a device to produce significant results especially for studies in social sciences.*

**Keywords :** GIS, Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA), Questionnaire, Slum Areas, River Pollution, Social Sciences

## 1. Pengenalan

Kertas kerja ini cuba mengaplikasi GIS berasaskan MCDA bagi menjelaskan kadar potensi petempatan setinggan terhadap pencemaran sungai berhampirannya. Sehubungan itu, 10 petempatan setinggan di sepanjang Sungai Tebrau dijadikan sebagai kes kajian. Kertas kerja ini adalah lanjutan daripada Rashid and Jaafar (2010). Semasa kajian dijalankan, berasaskan kepada nilai purata Petunjuk Kualiti Air (Water Quality Indeks – WQI) Sungai Tebrau adalah dikategorikan sebagai Kelas III (tahap sederhana tercemar) dengan *WQI* 72, setara dengan Sungai Skudai dan Sungai Danga di negeri Johor.

Bagi tujuan analisis, maklumat ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal di kawasan setinggan dikumpulkan menggunakan kajian soal selidik atau kajian tingkah laku penduduk setinggan. Secara ringkasnya, struktur organisasi kertas kerja ini dipecahkan kepada beberapa bahagian utama: sorotan literatur berkaitan ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal setinggan, dan kerangka integrasi GIS dan MCDA; pelaksanaan dan penemuan kajian soal selidik; analisis berasaskan GIS-MCDA dan penemuan; dan perbincangan dan penutup.

## 2. Ciri-Ciri Sosioekonomi Dan Fizikal Petempatan Setinggan

Ramai pengkaji terdahulu telah menemukan beberapa ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal di kawasan setinggan yang menyumbang kepada pencemaran sungai berhampirannya. Rosario (1995), Ab Aziz *et al.* (2000), dan Salleh (2002) mendapati bahawa faktor pencemaran sungai di kawasan setinggan adalah berkait rapat dengan kepadatan penduduk yang tinggi, kelemahan sistem pembuangan sampah, dan ketidaksempurnaan kemudahan rawatan najis. Faktor-faktor tersebut seterusnya menyebabkan penduduk setinggan mengalami kesukaran untuk menguruskan bahan-bahan buangan yang banyak sehingga mengambil sikap mudah dengan membuangnya ke dalam sungai. Munusamy (2010) turut menemui penemuan yang hampir sama di mana setinggan menyumbang 25% sisa pepejal dan 4.5 juta liter kumbahan sehari ke atas Sungai Klang, Kuala Lumpur.

Rasmussen (2001) dan Rasmussen *et al.* (2003) berasaskan kepada kajian ke atas petempatan setinggan di Sungai Skudai, Johor Malaysia telah merumuskan ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal di kawasan setinggan yang menjadi punca pencemaran sungai, iaitu:

- a. taraf kehidupan rendah (miskin), tahap pendidikan rendah dan mengamalkan aktiviti ekonomi yang informal;
- b. tiada pusat kumpulan sampah dan jalan untuk perkhidmatan pengangkutan sampah sehingga penduduk setinggan menggunakan sungai sebagai tempat membuang sampah dan membuat pembakaran terbuka berleluasa;
- c. tahap kesedaran alam sekitar rendah sehingga sinonim dikenali sebagai petempatan yang kotor dengan sampah di merata-rata tempat, tiada sistem pengurusan sampah tersusun dan sungai di sepanjang setinggan dipenuhi pelbagai jenis bahan buangan dan kotor serta tercemar; dan
- d. tingkah laku yang kurang mengambil berat tentang kebersihan persekitaran dipengaruhi oleh kawasan kampung setinggan yang besar, daif, padat, kurang tersusun dan serba serbi kekurangan.

Daniere dan Takahashi (1999) yang menilai hubungkait di antara amalan-amalan alam sekitar dan ciri-ciri sosioekonomi dan amalan komuniti (kebudayaan) isirumah setinggan (atau *slum area*) di Bangkok mendapati bahawa:

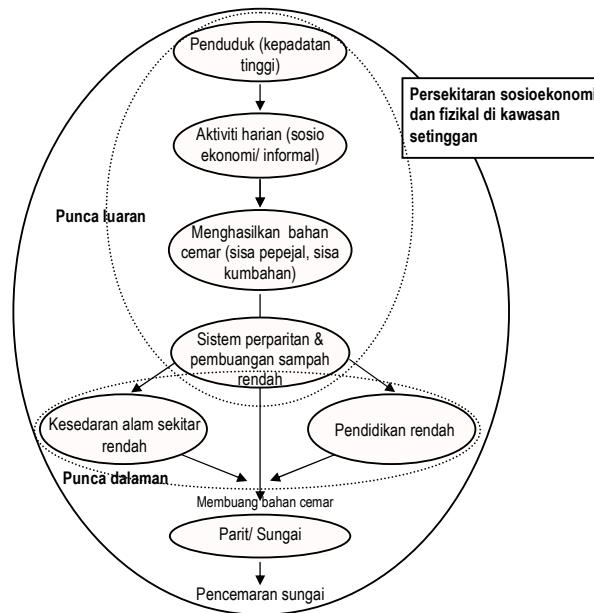
- a. semakin baik pencapaian akademik seseorang individu, maka semakin tinggi hasrat mereka untuk melibatkan diri di dalam usaha-usaha meningkatkan kualiti hidup komuniti seperti memastikan kebersihan kualiti air minuman terjamin dan membuang sisa pepejal di tempat yang disediakan; dan
- b.  $\frac{1}{4}$  responden yang dikaji menjawab bahawa pencemaran air sungai adalah akibat daripada pembuangan kumbahan (najis) tanpa rawatan ke saluran najis terbuka.

Berasaskan kepada perbincangan ringkas di atas, pencemaran sungai di kawasan setinggan adalah dipengaruhi oleh sama ada faktor dalaman dan juga luaran. Faktor dalaman seperti tahap pendidikan dan kesedaran alam sekitar yang rendah dan cara hidup masyarakat yang sewenangnyanya membuang sampah sarap dan menyalur kumbahan ke sungai. Manakala faktor luaran mencakupi tiadanya sistem perparitan dan pembuangan sampah yang teratur, kepadatan penduduk yang tinggi dan rumah-rumah yang tidak tersusun, pembinaan rumah di tepi sungai dan sebagainya. Hubungkait di antara ciri-ciri tersebut yang menyumbangkan kepada pencemaran sungai boleh diilustrasikan seperti Rajah 1.

Berasaskan kepada Rajah 1, sebanyak 7 faktor (kriteria) yang boleh dirumuskan sebagai faktor utama penyebab pencemaran sungai di kawasan setinggan. Tujuh faktor tersebut ialah:

- a. PJS : pengaruh jarak setinggan;
- b. KP : kepadatan kediaman;
- c. TP : tahap pendidikan;
- d. AEK : aktiviti ekonomi penduduk dan ciri-ciri fizikal kawasan setinggan;
- e. KAS : kaedah kumbahan air sisa;
- f. TAS : tahap kesedaran/ilmu alam sekitar; dan
- g. KPS : kaedah pembuangan sampah.

Tujuh kriteria ini ditinjau secara terperinci berasaskan kepada kajian soal selidik/ tingkah laku penduduk di kawasan setinggan.



Rajah 1: Konseptual perkaitan di antara ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal di kawasan setinggan terhadap pencemaran sungai

### 3. Kerangka Integrasi Gis Dan Mcds

Keupayaan GIS mengendalikan data ruang dan bukan ruang tidak boleh dinafikan. Ini berikutan GIS dikenali sebagai satu sistem (integrasi *hardware* dan *software*, data, manusia) yang menyediakan multi-fungsi seperti mengumpul, menyimpan, mendapat semula, mengubah, manipulasi, analisis dan memaparkan data spatial (dan bukan spatial) berasaskan kepada rujukan geografi (Goodchild dan Maquire, 1991; Yaakup dan Healey, 1994). Bahkan teknologi ini telah menawarkan suatu dimensi baru bagi analisis permodelan fenomena ruangan (Rashid, 2010; Cheng, *et al.* 2007; Wegener, 2000). Bagaimanapun, seperti yang dinyatakan di atas, GIS tetap ada batasannya terutama di dalam mengendalikan sesuatu analisis yang melibatkan struktur nilai (Rashid, 2010; Malczewski, 1999a). Untuk tujuan analisis ini, contohnya, GIS tidak berupaya untuk memproses multi-kriteria yang menjadi punca penyebab pencemaran sungai seperti tahap pendidikan yang rendah, tahap kesedaran alam sekitar yang rendah, kaedah pengurusan air kumbahan dan sebagainya khususnya dalam menentukan tahap keutamaan (kadar potensi) kriteria tersebut terhadap pencemaran sungai. Maka, GIS memerlukan alat bantuan atau kaedah lain supaya ia boleh berinteraksi dengan kriteria-kriteria tersebut. Untuk itu, kaedah MCDA menyediakan suatu teknik atau prosedur bagi membantu GIS supaya dapat berinteraksi dengan kriteria-kriteria tersebut. Ini sekaligus memberi nilai tambahan kepada fungsi asal GIS (Carver, 1991; Eastman *et al.* 1995; Patrono, 1998).

#### 3.1 Pengenalan Kepada MCDA

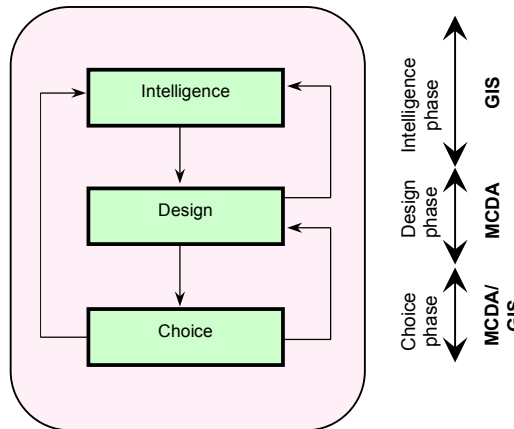
Secara umumnya, MCDA boleh didefinisikan sebagai suatu pendekatan statistik yang berupaya untuk menyelesaikan berbagai masalah berkaitan pembuatan keputusan (*decision problem*) yang disebabkan oleh multi-kriteria (Malczewski, 1999a). Ia telah digunakan secara meluas di dalam berbagai bidang seperti bidang alam bina, alam sekitar, kesihatan, politik dan seumpamanya sebagai satu alat untuk membantu membuat keputusan (Rashid, 2010; Malczewski, 1999a). Pada dasarnya, tujuan utama mengguna pakai kaedah MCDA adalah bagi menyediakan asas pembuatan keputusan tentang pemilihan alternatif penyelesaian berasaskan kepada multi-kriteria yang ditinjau (Store dan Kangas, 2001).

Strategi asas yang dilaksanakan di dalam kaedah MCDA untuk menyelesaikan masalah pembuatan keputusan ialah dengan mengelaskan masalah tersebut kepada sub-sub bahagian yang kecil sehingga boleh dianalisis, dan mengintegrasikannya kepada tingkah laku logik untuk menghasilkan penyelesaian yang berguna (Malczewski, 1999a).

Ada beberapa teknik bagi MCDA yang dibangunkan. Teknik tersebut seperti *simple additive weighting methods* (SAW), *concordance analysis*, *ideal-point analysis*, dan *analytic hierarchy process* (AHP) (Malczewski, 1999a; Jankowski, 1995). Untuk tujuan analisis ini, teknik AHP akan diguna pakai. AHP dibangunkan sejak dari 1970-an oleh Profesor Saaty. Ia menyediakan fungsi yang lebih fleksibel kepada penyelesaian sesuatu masalah keputusan kerana ia berupaya bekerja dengan kriteria yang bersifat kuantitatif (*tangible*) mahupun kualitatif (*intangible*) (Malczewski, 1999a; Klungboonkrong dan Taylor, 1999; Banai-Kashini, 1989). Selain itu, ia lebih popular kerana ia mudah dilaksanakan, mempunyai tahap ketepatan yang tinggi, wujud teori yang kukuh, dan lebih pentingnya ia menyediakan alat pengukuran bagi menilai ketidaktentuan penilaian ke atas kriteria (Malczewski, 1999a; Jankowski, 1995; Banai-Kashini, 1989).

### 3.2 Kerangka Kerja GIS dan MCDA

Integrasi kepakaran GIS dan MCDA telah diperkenalkan oleh Simon pada tahun 1960 lagi. Pendekatan ini menyediakan bantuan sokongan di semua peringkat pembuatan keputusan iaitu dari peringkat *intelligence*, *design* dan *choice* (Malczewski, 1999b) (rujuk Rajah 2). *Intelligence* adalah proses berfikir yang melibatkan fungsi GIS (contoh: Adakah di sana terdapat masalah atau potensi untuk berubah?), *design* adalah proses bertindak yang melibatkan kaedah MCDA (contoh: Apakah ada beberapa alternatif yang terbaik?), dan *choice* pula adalah proses pemilihan keputusan yang melibatkan GIS dan MCDA (contoh: Manakah alternatif yang terbaik?).

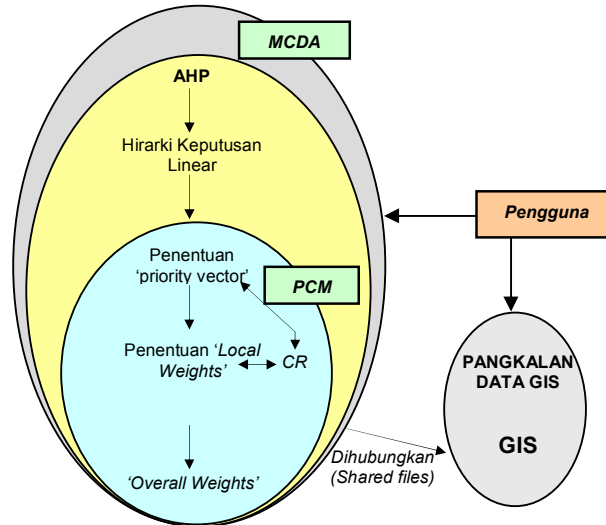


Rajah 2: Tiga peringkat pembuatan keputusan dalam pendekatan GIS-MCDA  
(Sumber: Malczewski, 1999b)

Dengan kelebihan yang ditawarkan melalui integrasi GIS dan MCDA, maka ada banyak kajian yang mengguna pakai pendekatan tersebut. Satu kajian di Malaysia oleh Mohammed Ali *et al.* (2004) telah mengaplikasikan kaedah MCDA dan GIS untuk menentukan koridor laluan keretapi (*rail corridors*) yang paling sesuai di Lembah Klang, Kuala Lumpur.

Kerangka kerja GIS berasaskan MCDA bagi analisis pengukuran kadar potensi ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal setinggan terhadap pencemaran sungai boleh dikonseptualkan seperti Rajah 3. Rangka kerja GIS dan MCDA pada Rajah 3 adalah dikenali sebagai kaedah *loose coupling* iaitu menggabungkan fungsi GIS dan MCDA secara berpisah melalui penghantaran fail (Jankowski, 1995; Malczewski, 1999a). Dalam konteks analisis ini, fungsi utama MCDA adalah untuk mengenal pasti kadar potensi kawasan-kawasan setinggan yang ditinjau menyebabkan pencemaran sungai berasaskan kepada 7 kriteria (faktor) yang ditinjau. Ini berasaskan

kepada nilai “*overall weights*” bagi setiap “kawasan setingan” (atau disebut “alternatif” mengikut AHP). Keputusan tersebut kemudiannya dihubungkan ke dalam pangkalan data atribut GIS untuk pemaparan secara spatial. Selain sebagai alat pemaparan keputusan, GIS juga berfungsi memproses dan menghasilkan semi-output (berasaskan kepada pangkalan data GIS) untuk melaksanakan analisis di dalam MCDA seperti analisis pemilihan kes kajian, pengukuran jarak, kepadatan penduduk dan sebagainya.



Rajah 3: Kerangka kerja GIS berasaskan MCDA bagi analisis pengukuran kadar potensi setingan terhadap pencemaran sungai

Secara spesifiknya (rujuk Rajah 3), peringkat-peringkat utama aplikasi GIS berasaskan MCDA bagi analisis ini boleh dikelaskan kepada berikut:

- pembentukan Hirarki Keputusan Linear berasaskan AHP
- penentuan Tahap Keutamaan Kriteria (priority vector), dan Tahap Keutamaan Alternatif (local weights/local priority) berasaskan *Pairwise Comparison Method* (PCM)
- penghitungan nilai Pemberat Keseluruhan (overall weights)
- hubungan keputusan kepada GIS dan pemaparan keputusan

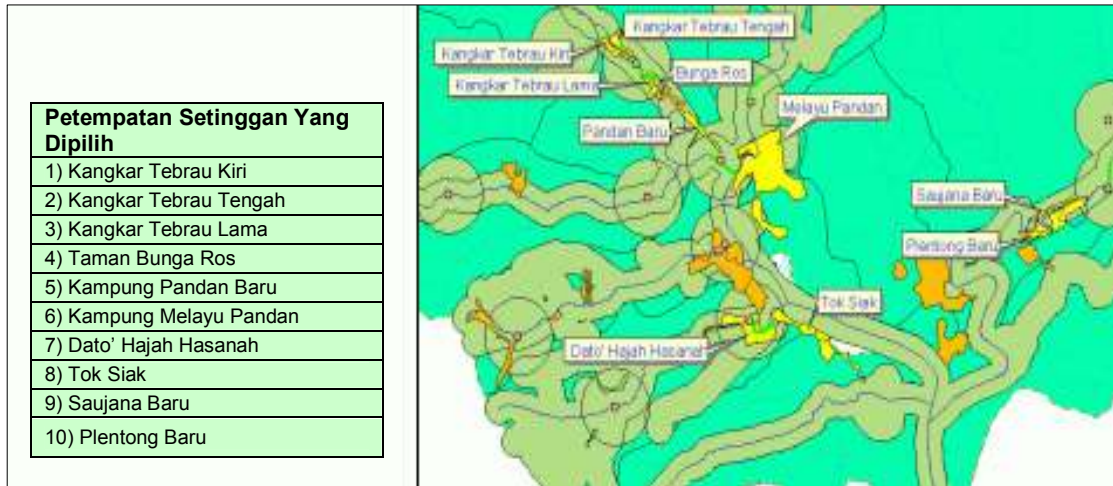
Perbincangan lanjut tentang peringkat-peringkat di atas berserta cara penentuan nilai pemberat kriteria, alternatif dan nilai pemberat keseluruhan boleh didapati seperti dalam Rashid (2004) dan Malczewski (1999a).

#### 4. Pelaksanaan Dan Penemuan Kajian Soal Selidik

Kajian soal selidik dijalankan ke atas 10 buah petempatan setingan di sepanjang Sungai Tebrau. Pemilihan adalah dibuat berasaskan kepada kriteria-kriteria berikut:

- kawasan setingan berada pada lingkungan jarak  $\leq 200$  meter dari sungai Tebrau/ anak sungai utama; dan
- kawasan setingan yang berada pada lingkungan jarak  $\leq 500$  meter dari stesen persampelan kualiti air sungai.

Mengguna pakai kaedah analisis ruangan GIS, taburan 10 buah petempatan setingan di sepanjang Sungai Tebrau sebagai kes kajian ditunjukkan seperti Rajah 4. Merujuk kepada Rajah 4, petempatan yang terpilih ialah Kangkar Tebrau Kanan, Kangkar Tebrau Kiri, Kangkar Tebrau Lama, Bunga Ros, Pandan Baru, Melayu Pandan, Tok Siak, Dato' Hajah Hasanah, Saujana Baru dan Plentong Baru. Berasaskan kepada jumlah isirumah, saiz sampel bagi setiap petempatan setingan masing-masing ditentukan mengguna pakai Formula Yamane, 1967 (rujuk Israel, 2003). Teknik ini dikenali sebagai persampelan berstrata (*stratified sampling*). Hasil pengiraan, sebanyak 313 sampel diambil dari keseluruhan kes kajian dan taburannya yang ditunjukkan pada Jadual 1.



Rajah 4: Taburan 10 kes kajian di sepanjang Sungai Tebrau

Jadual 1: Taburan persampelan soal selidik

	Petempatan Setinggan Yang Dikaji	Jumlah Unit/Isirumah (N)	Saiz Sampel (n)
1.	Kangkar Tebrau Kiri (S1)	96	30
2.	Kangkar Tebrau Tengah (S2)	62	26
3.	Kangkar Tebrau Lama (S3)	71	27
4.	Taman Bunga Ros (S4)	38	20
5.	Kampung Pandan Baru (S5)	98	31
6.	Kampung Melayu Pandan (S6)	1600	43
7.	Dato' Hajah Hasanah (S7)	682	42
8.	Tok Siak (S8)	446	40
9.	Saujana Baru (S9)	35	20
10.	Plentong Baru (S10)	147	34
	<b>Jumlah</b>		<b>313</b>

Nota: Penentuan Saiz sampel ( $n$ ) =  $N/1 + Ne^2$  (berdasarkan kepada Yamane, 1967)

Di mana,  $n$  = Saiz sampel,  $N$  = Jumlah unit, dan  $e^2$  = Ralat piawai = 15% (0.0225)

#### 4.1 Ciri-Ciri Sosioekonomi dan Fizikal Keseluruhan

Beraskan kepada 313 sampel, maklumat ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal bagi keseluruhan kes kajian boleh dirumuskan seperti Jadual 2.

Jadual 2: Ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal di kawasan setinggan yang ditinjau

##### a. Bangunan

Ciri-ciri fizikal bangunan setinggan di kawasan kajian adalah seperti berikut:

- kepadatan bangunan kediaman yang agak tinggi sehingga mencapai >700 unit per ekar;
- 73.5 peratus ialah pemilik dan 26.5 peratus penyewa dengan purata RM273 sebulan;
- dua kategori tanah yang didiami oleh setinggan iaitu tanah kerajaan (73.8 peratus) dan tanah swasta/persendirian (private land) (26.2 peratus);
- jenis bangunan utama ialah bangunan sesebuah (79.2 peratus), bersambung (15.7 peratus) dan berkembar (4.8 peratus);
- majoriti bangunan adalah satu tingkat (97.8 peratus) dan hanya 1.9 peratus 2 tingkat;
- purata saiz bangunan ialah 754 kaki persegi dengan mod antara 500-1000 kaki persegi;
- 46.6 peratus bangunan mempunyai 2 bilik, 29 peratus > 2 bilik dan 24.3 peratus yang mempunyai 1 bilik;
- majoriti struktur bangunan ialah semi-kekal (60.4 peratus), 17.6 peratus sementara dan 22.0 peratus

<p>kekal;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ keadaan fizikal bangunan adalah baik, sementara 6.7 peratus sahaja kurang sesuai untuk didiami; dan</li> <li>▪ Sebilangan besar bangunan adalah digunakan untuk kediaman (96.2 peratus) dan selebihnya (3.8 peratus) digunakan sebagai ruang niaga, kebanyakannya kedai runcit.</li> </ul>
<p><b>b. Utiliti</b></p> <p>Setingan di kawasan kajian disediakan dengan pelbagai kemudahan utiliti seperti bekalan air dan elektrik. Keadaan kemudahan utiliti tersebut adalah seperti berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sebilangan besar setingan (97.8 peratus) mempunyai bekalan air paip kecuali (2.2 peratus) menggunakan perigi;</li> <li>▪ hanya 1.6 peratus setingan yang tidak dibekalkan dengan bekalan elektrik,</li> <li>▪ 93.7 peratus setingan yang menggunakan tandas jenis curah (<i>pump/flush</i>), 1.9 peratus membina tandas di atas sungai dan jenis lain 4.8 peratus; dan</li> <li>▪ perletakan tandas sebilangan besarnya di luar bangunan kediaman (78.0 peratus).</li> </ul>
<p><b>c. Sosioekonomi</b></p> <p>Berikut ini merupakan rumusan ciri-ciri sosioekonomi setingan di kawasan kajian:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sebilangan besar penduduk yang tinggal di kawasan setingan kajian adalah antara tahun 1980-1999,</li> <li>▪ tempat asal adalah dari daerah Johor Bahru (50.8 peratus), daerah lain dari Johor Bahru ialah (13.7 peratus), negeri lain dalam Malaysia (18.2 peratus) dan dari luar negeri seperti Singapura, Indonesia dan Bangladesh (17.3 peratus). Penduduk luar negara terutama warganegara Indonesia ramai di setingan Dato' Hajah Hasanah, Tok Siak, Plentong Baru dan Saujana Baru,</li> <li>▪ majoriti penduduk adalah bangsa Melayu (74.1 peratus), diikuti oleh bangsa lain seperti Indonesia (11.2 peratus), India (8.6 peratus) dan Cina (6.1 peratus),</li> <li>▪ alasan utama mereka mendiami setingan adalah kerana kos hidup yang rendah dan jarak yang sesuai dengan tempat kerja,</li> <li>▪ purata isi rumah ialah 5.41 orang dan purata pendapatan kira-kira RM1,200 sebulan dengan majoriti bekerja sebagai buruh/ kontraktor,</li> <li>▪ majoriti penduduk mempunyai tahap pendidikan di peringkat sekolah menengah (62.0 peratus) diikuti 8.9 peratus di peringkat tinggi (kolej/ universiti) dan 28.4 peratus di peringkat sekolah rendah. Peratusan penduduk yang tidak bersekolah hanya 0.6 peratus, dan</li> <li>▪ Dengan pendidikan yang agak lemah, hanya 13. Peratus yang mempunyai tahap kesedaran/ ilmu pengetahuan tentang alam sekitar yang baik, 84.0 adalah sederhana dan tiada kesedaran 2.9 peratus.</li> </ul>
<p><b>d. Pembuangan Sampah (<i>waste disposal</i>) dan sisa kumbahan</b></p> <p>Setingan merupakan salah satu penyumbang utama pencemaran air sungai di kawasan kajian. Kaedah dan kuantiti sampah yang disumbangkan oleh setingan ialah seperti berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pembuangan sisa kumbahan (spt. daripada air basuhan, mandian dan dapur), kebanyakan setingan (42.2 peratus) mengalirkannya ke perparitan tanpa konkrit (<i>unpaved</i>) yang mana kemudiannya ia masuk ke sungai. Purata cecair (<i>liquid</i>) sisa kumbahan yang dihasilkan oleh setiap kediaman ialah kira-kira 106 liter/ hari; dan</li> <li>▪ secara purata lebih kurang 2 kg sisa pepejal yang dikeluarkan oleh setiap kediaman. Cara buangan termasuklah membuang ke tempat pengumpulan awam (32.3 peratus), membuang ke dalam longkang dan sungai (34.9 peratus) dan membakar/ tanam ke dalam tanah (32.9 peratus).</li> </ul>

Jadual 2 menjelaskan bahawa ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal di keseluruhan kes kajian menyerupai ciri-ciri petempatan setingan seperti dibincangkan pada Bahagian 2.0. Ini secara langsung membenarkan segala dakwaan para pengkaji lepas tentang faktor-faktor pencemaran sungai yang ada hubungkait dengan ciri-ciri sosioekonomi penduduk dan fizikal di kawasan setingan itu sendiri. Ini termasuklah tahap pendidikan dan kesedaran alam sekitar yang rendah, tingkah laku pembuangan sampah sarap dan sisa kumbahan/ basuhan ke dalam longkang/ sungai, kepadatan penduduk yang tinggi dan sebagainya. Kadar potensi kes-kes kajian terhadap pencemaran sungai berhampirannya akan ditunjukkan secara lebih jelas berasaskan pendekatan GIS-MCDA nanti.

#### 4.2 Hasil Penilaian Terhadap 7 Kriteria

Untuk melakukan analisis kadar potensi kawasan setingan ke atas pencemaran sungai, 7 kriteria (berkaitan sosioekonomi dan fizikal) yang disenaraikan pada Bahagian 2.0 ditinjau di kawasan kajian. Ia diproses secara berasingan bagi setiap kes kajian.

Sebagai contoh, kriteria KAS (Kaedah Kumbahan Air Sisa) penduduk dinilai berasaskan kepada beberapa sub-kriteria iaitu (a) membina tandas di atas sungai, (b) amalan pengurusan air basuhan ke sungai/parit, dan (c) purata kuantiti air kumbahan/basuhan per hari. Hasil jawapan responden (peratus, jumlah)



ke atas setiap sub-kriteria pula diberikan skor dari 1 hingga 5, iaitu <25%=1, 25%-40%=2, 40%-55%=3, 56%-75%=4, dan >75%=5. Contoh: sekiranya di kawasan S1 didapati 50% responden membina tandas di atas sungai, maka diberikan skor 3 kepada sub-kriteria (a). Seterusnya nilai skor didarabkan dengan nilai pemberat. Nilai pemberat adalah sama dengan nilai skor. Ini bermakna, sekiranya nilai skor ialah 3, maka 3 (nilai skor) didarab dengan 3 (nilai pemberat) = 9 (jumlah kecil). Jumlah skor keseluruhan bagi setiap kriteria pula adalah ditentukan berasaskan kepada jumlah skor (hasil tambah semua jumlah kecil). Sekiranya sub-kriteria (a)=9, sub-kriteria (b)=25, dan sub-kriteria (c)=9, maka jumlah skor=43. Nilai jumlah skor keseluruhan adalah dari 1 hingga 9 yang diberikan secara ukuran relatif. Sekiranya jumlah skor dari 43 daripada jumlah skor tertinggi 75, maka nilai skor keseluruhan diberikan 5. Maka, kaedah yang sama dilaksanakan bagi setiap kriteria lain bagi mendapatkan jumlah skor keseluruhan. Jadual 3 merumuskan sub-sub kriteria bagi 7 kriteria tersebut.

Jadual 3: Sub-sub kriteria bagi setiap kriteria

	Kriteria	Sub-Kriteria (Asas Pemberian Skor)	Teknik Pengukuran
1.	PJS	- Kawasan setinggan yang berada pada jarak $\leq$ 500 meter dari stesen persampelan kualiti air sungai; - Kawasan setinggan berada pada jarak $\leq$ 200 meter dari rezab sungai Tebrau/ cabang sungai utama.	Analisis ruang GIS
2.	KP	- Kepadatan kediaman/penduduk	Analisis ruang GIS
3.	TP	- Tahap pendidikan penduduk (sekolah rendah atau tidak bersekolah)	Statistik deskriptif
4.	AEK	- Aktiviti ekonomi yang menyumbangkan kepada pencemaran sungai (seperti bengkel motokar dan kereta, proses makanan, aktiviti berasaskan sungai); - Keadaan bangunan & persekitaran	Statistik deskriptif Observasi
6.	TAS	- Tahap ilmu pengetahuan dan kesedaran alam sekitar; - Cara hidup	Statistik deskriptif Observasi
5.	KAS	- Membina tandas di atas sungai; - Amalan/ kaedah pengurusan air basuhan; - Purata kuantiti air kumbahan/basuhan per hari.	Statistik deskriptif Observasi
7.	KPS	- Kaedah pengurusan/ pembuangan sampah; - Sistem pembuangan sampah	Statistik deskriptif Observasi

Nota: PJS=Pengaruh jarak setinggan; KP=Kepadatan kediaman; TP=Tahap pendidikan; AEK=Aktiviti ekonomi penduduk dan ciri-ciri fizikal kawasan; KAS=Kaedah kumbahan air sisa; TAS=Tahap kesedaran/ ilmu alam sekitar; dan KPS=Kaedah pembuangan sampah.

Berasaskan kepada kaedah penilaian yang telah dibincangkan di atas, jumlah skor keseluruhan bagi setiap 7 kriteria mengikut kes kajian adalah seperti Jadual 4.

Jadual 4: Jumlah skor keseluruhan bagi setiap kriteria mengikut kawasan setinggan

Kawasan Setinggan	PJS	KP	TP	AEK	TAS	KAS	KPS
Kangkar Tebrau Kiri (S1)	5	3	1	3	5	5	4
Kangkar Tebrau Tengah (S2)	5	2	3	2	6	4	3
Kangkar Tebrau Lama (S3)	6	2	2	3	5	5	3
Taman Bunga Ros (S4)	6	2	2	3	5	3	5
Kampung Pandan Baru (S5)	2	3	3	5	5	5	4
Kampung Melayu Pandan (S6)	1	7	2	5	5	3	4
Dato' Hajah Hasanah (S7)	6	6	4	2	6	4	5
Tok Siak (S8)	1	5	5	2	7	7	4
Saujana Baru (S9)	1	2	3	4	6	5	4
Plentong Baru (S10)	1	2	2	6	6	4	4

Nota: PJS=Pengaruh jarak setinggan; KP=Kepadatan kediaman; TP=Tahap pendidikan; AEK=Aktiviti ekonomi penduduk dan ciri-ciri fizikal kawasan; KAS=Kaedah kumbahan air sisa; TAS=Tahap kesedaran/ ilmu alam sekitar; dan KPS=Kaedah pembuangan sampah.

Berasaskan kepada jumlah skor pada Jadual 4, analisis pengukuran kadar potensi kes-kes kajian (kawasan setinggan) terhadap pencemaran Sungai Tebrau mengguna pakai pendekatan GIS-MCDA dapat dilaksanakan.

## 5. GIS Berasaskan Mcd a Bagi Mengukur Kadar Potensi Ciri-Ciri Sosioekonomi Dan Fizikal Setinggan Terhadap Pencemaran Sungai

Kaedah analisis dan keputusan dibincangkan mengikut pecahan berikut: (a) kaedah analisis, (b) analisis dan keputusan.

## 5.1 Kaedah Analisis

Analisis ini melibatkan 2 peringkat utama: (a) penentuan tahap keutamaan kriteria dan alternatif, dan (b) penentuan nilai pemberat keseluruhan. Untuk itu, sebanyak 7 kriteria yang dinilai untuk menentukan tahap keutamaannya, dan sebanyak 10 petempatan setinggan bagi mencari tahap keutamaan alternatif. Seterusnya keputusan analisis akan dipaparkan berasaskan teknologi GIS.

### 5.1.1 Kaedah Penentuan Tahap Keutamaan Kriteria dan Alternatif

Kerja-kerja penentuan atau pengiraan nilai pemberat bagi setiap kriteria dan alternatif adalah menggunakan kaedah *Pairwise Comparison Method* (PCM). Kaedah ini juga dibangunkan oleh Profesor Saaty (1980) sebagai satu alat untuk mengira nisbah matrik (*matrix ratio*) di dalam AHP. Bagi melaksanakan proses ini, sebanyak 8 jadual matrik dibangunkan. Satu jadual matrik (dengan saiz perbandingan matrik=21) adalah untuk pengiraan nilai pemberat kriteria, dan sebanyak 7 jadual matrik lagi (dengan saiz perbandingan matrik=45) adalah untuk pengiraan nilai pemberat alternatif mengikut setiap kriteria.

Proses tersebut akan menghasilkan nilai pemberat kriteria (*priority vector*), nilai pemberat alternatif (*local weights*), vektor ketekalan, indeks ketekalan (*CI*) dan nisbah ketekalan (*CR*). Nilai *CR* adalah untuk menentukan sama ada nilai pemberat kriteria dan alternatif yang dihasilkan boleh diterima ataupun tidak (atau ditolak). Sekiranya nilai  $CR < 0.10$  (10% konsistensi), bermakna nilai *priority vector* yang terhasil daripada jadual matrik PCM adalah boleh diterima (Saaty, 1980). Sebaliknya, apabila  $CR > 0.10$  adalah menunjukkan pertimbangan nilai skala nisbah (dalam jadual matrik PCM) tersebut tidak konsisten dan proses pengiraan perlu dibuat semula sehingga  $CR < 0.10$ . Namun demikian, terdapat juga keadaan di mana nilai *CR* boleh sehingga 20% tahap konsistensi. Contoh penilaian dalam matrik PCM ditunjukkan pada **Jadual 5**.

Jadual 5: Pemberian nilai skala nisbah dalam jadual matrik PCM

	PJS	KP	TP	AEK	TAS	KAS	KPS
PJS	1	2	0.2	0.5	0.2	0.25	0.25
KP	0.5	1	0.2	0.33	0.2	0.25	0.25
TP	5	5	1	4	1	2	2
AEK	2	3	0.25	1	0.33	0.5	0.5
TAS	5	5	1	3	1	1	1
KAS	4	4	0.5	1	1	1	1
KPS	4	4	0.5	2	1	1	1

Merujuk Jadual 5, kaedah pemberian nilai skala nisbah di dalam jadual matrik PCM kepada setiap kriteria untuk mencari nilai pemberat kriteria (*priority vector*) adalah dilakukan secara andaian berasaskan kepada tahap pengaruh dan perkaitan di antara kriteria-kriteria tersebut menyebabkan pencemaran sungai. Oleh itu, sebelum pemberian nilai skor (skala nisbah), tahap pengaruh kriteria-kriteria terhadap pencemaran sungai dinilai dan disusun mengikut keutamaan. Pemberian nilai skala nisbah adalah berasaskan kepada skala nilai yang dicadangkan oleh Saaty iaitu dari 1 hingga 9 (**Jadual 6**). Sebagai contoh, sekiranya faktor *A* didapati *strong importance* berbanding dengan faktor *B*, maka  $A=5$ , dan  $B=1/5$ . Ia dihitung secara timbal balik (*reciprocal*).

Seterusnya, kaedah penentuan dan pemberian nilai skala nisbah ke atas setiap kriteria bagi setiap alternatif (kawasan setinggan) juga adalah berasaskan kepada andaian. Bagaimanapun, andaian tersebut dilakukan berasaskan kepada maklumat-maklumat yang dihasilkan daripada soal selidik, analisis ruang GIS dan observasi seperti yang dirumuskan pada Jadual 4: Jumlah Skor Keseluruhan. Andaian tersebut perlu dibuat secara konsisten supaya hasil pengiraan boleh diterima melalui petunjuk nilai *CR* nilai  $CR < 0.10$ .

Jadual 6: Skala nisbah untuk PCM

Tahap Kepentingan	Definisi
1	<i>Equal importance</i>
2	<i>Equal to moderate importance</i>
3	<i>Moderate importance</i>
4	<i>Moderate to strong importance</i>
5	<i>Strong importance</i>
6	<i>Strong to very strong importance</i>
7	<i>Very strong importance</i>
8	<i>Very to extremely strong importance</i>
9	<i>Extreme importance</i>

Sumber: Saaty (1980), Lihat juga Saaty et al., 1985

### 5.1.2 Kaedah Penentuan Nilai Pemberat Keseluruhan

Pengiraan untuk mendapatkan nilai pemberat keseluruhan (*overall weights*) dilakukan setelah nilai pemberat setiap kriteria dan nilai pemberat alternatif mengikut kriteria diperolehi. Nilai "*overall weights*" merupakan nilai akhir (*final output*) menggunakan MCDA bagi pelaksanaan analisis pengaruh ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal setinggan menyebabkan pencemaran sungai di sekitarnya. Daripada nilai akhir yang dihasilkan, kawasan-kawasan setinggan yang mempunyai nilai "*overall weights*" tertinggi adalah mempunyai kadar potensi (pengaruh) tertinggi menyebabkan pencemaran sungai.

### 5.2 Analisis and Keputusan

Mengguna pakai pendekatan GIS berasaskan MCDA, keputusan analisis pengaruh ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal setinggan terhadap pencemaran sungai berhampirannya dipecahkan kepada 3 bahagian seperti berikut:

#### 5.2.1 Keputusan Keutamaan Kriteria

Seperti yang diterangkan di atas, satu jadual matrik PCM dibangunkan untuk mengukur tahap keutamaan di antara 7 kriteria. Keputusan tahap keutamaan di antara 7 kriteria menggunakan perisian Microsoft EXCEL adalah ditunjukkan seperti **Jadual 7**.

Jadual 7: Keputusan tahap keutamaan kriteria (priority vector)

	PJS	KP	TP	AEK	KAS	TAS	KPS	CR
Nilai Pemberat kriteria	0.050	0.039	0.276	0.089	0.216	0.160	0.172	<b>0.007</b>

Jadual 7 menunjukkan kriteria TP mempunyai nilai tahap keutamaan yang tertinggi iaitu 0.276, diikuti KAS (0.216), KPS (0.172), TAS (0.160), AEK (0.089), PJS (0.050) dan KP yang mempunyai tahap keutamaan paling iaitu 0.039. Semua nilai-nilai *priority vector* yang dikemukakan tersebut adalah boleh diterima kerana nilai nisbah ketekalan (*CR*) ialah  $< 0.1$ .

#### 5.2.2 Keputusan Keutamaan Alternatif

Keutamaan alternatif (*local weights*) adalah merujuk kepada kadar potensi (pengaruh) kes-kes kajian ( atau kawasan setinggan) menyebabkan pencemaran sungai berhampirannya. Sebagaimana yang telah dibincangkan di atas, pengukurannya adalah berasaskan kepada 7 jadual matrik PCM. Daripada 7 jadual matrik tersebut, keputusan pengiraan nilai-nilai *local priority* boleh dirumuskan pada **Jadual 8**.

Jadual 8: Nilai *local priority* mengikut kawasan-kawasan setinggan

Alternatif/ Kriteria	PJS	KP	TP	AEK	TAS	KAS	KPS	CR
	<b>0.05</b>	<b>0.04</b>	<b>0.28</b>	<b>0.09</b>	<b>0.22</b>	<b>0.16</b>	<b>0.17</b>	<b>0.007</b>
S1	0.13	0.07	0.03	0.07	0.06	0.10	0.09	
S2	0.13	0.05	0.10	0.04	0.12	0.06	0.05	
S3	0.19	0.05	0.05	0.07	0.06	0.10	0.05	
S4	0.19	0.05	0.05	0.07	0.06	0.03	0.17	
S5	0.05	0.07	0.15	0.16	0.06	0.11	0.09	
S6	0.04	0.29	0.05	0.16	0.07	0.07	0.09	
S7	0.18	0.21	0.16	0.04	0.10	0.11	0.17	
S8	0.03	0.15	0.24	0.04	0.21	0.26	0.09	
S9	0.03	0.03	0.10	0.11	0.13	0.11	0.09	
S10	0.03	0.03	0.05	0.23	0.13	0.06	0.09	
CR	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.03</b>	<b>0.00</b>	

Nota: Semua nilai  $CR < 0.1$ , maka nilai pemberat kriteria dan nilai pemberat alternatif adalah diterima.

PJS=Pengaruh jarak setinggan; KP=Kepekatan kediaman; TP=Tahap pendidikan; AEK=Aktiviti ekonomi penduduk dan ciri-ciri fizikal kawasan; KAS=Kaedah kumbahan air sisa; TAS=Tahap kesedaran/ ilmu alam sekitar; dan KPS=Kaedah pembuangan sampah.

SI=Kangkar Tebrau Kiri; S2=Kangkar Tebrau Tengah; S3=Kangkar Tebrau Lama; S4=Taman Bunga Ros; S5=Kampung Pandan Baru; S6=Kampung Melayu Pandan; S7=Dato' Hajah Hasanah; S8=Tok Siak; S9=Saujana Baru dan S10=Plentong Baru.

Jadual 8 menunjukkan S3 dan S4 mempunyai tahap keutamaan tertinggi bagi kriteria PJS dengan nilai 0.19. S6 pula mempunyai keutamaan tertinggi dari sudut kriteria KP dengan nilai 0.29 berbanding S7 memperoleh 0.21. Tahap keutamaan tertinggi bagi kriteria TP dipunyai oleh S8 (0.24), AEK oleh S10 (0.23), TAS oleh S8 (0.21), KAS juga oleh S8 (0.26) dan KPS oleh S4 dan S7 (0.17). Keputusan keseluruhan menunjukkan S8 (Tok Siak) merupakan kawasan yang mempunyai tahap keutamaan kriteria (ciri-ciri sosioekonomi dan fizikalnya) paling banyak menyebabkan pencemaran sungai berbanding dengan kawasan-kawasan setinggan yang lain iaitu dari segi TP, TAS dan KAS. Maka, pada peringkat ini menunjukkan bahawa S8 (setinggan Tok Siak) adalah antara kawasan setinggan yang mempunyai kadar potensi tertinggi menyebabkan pencemaran sungai berhampirannya (Sungai Tebrau). Bagaimanapun, keputusan akhir adalah berasaskan nilai pemberat keseluruhan yang akan dibincangkan di bawah.

### 5.2.3 Keputusan Pemberat Keseluruhan

Daripada pengiraan yang dibuat menggunakan perisian Microsoft EXCEL keputusan *overall weights* adalah ditunjukkan pada **Jadual 9**.

Jadual 9: Nilai pemberat keseluruhan dan ranking tahap pengaruh 10 kawasan setinggan yang dikaji terhadap pencemaran sungai

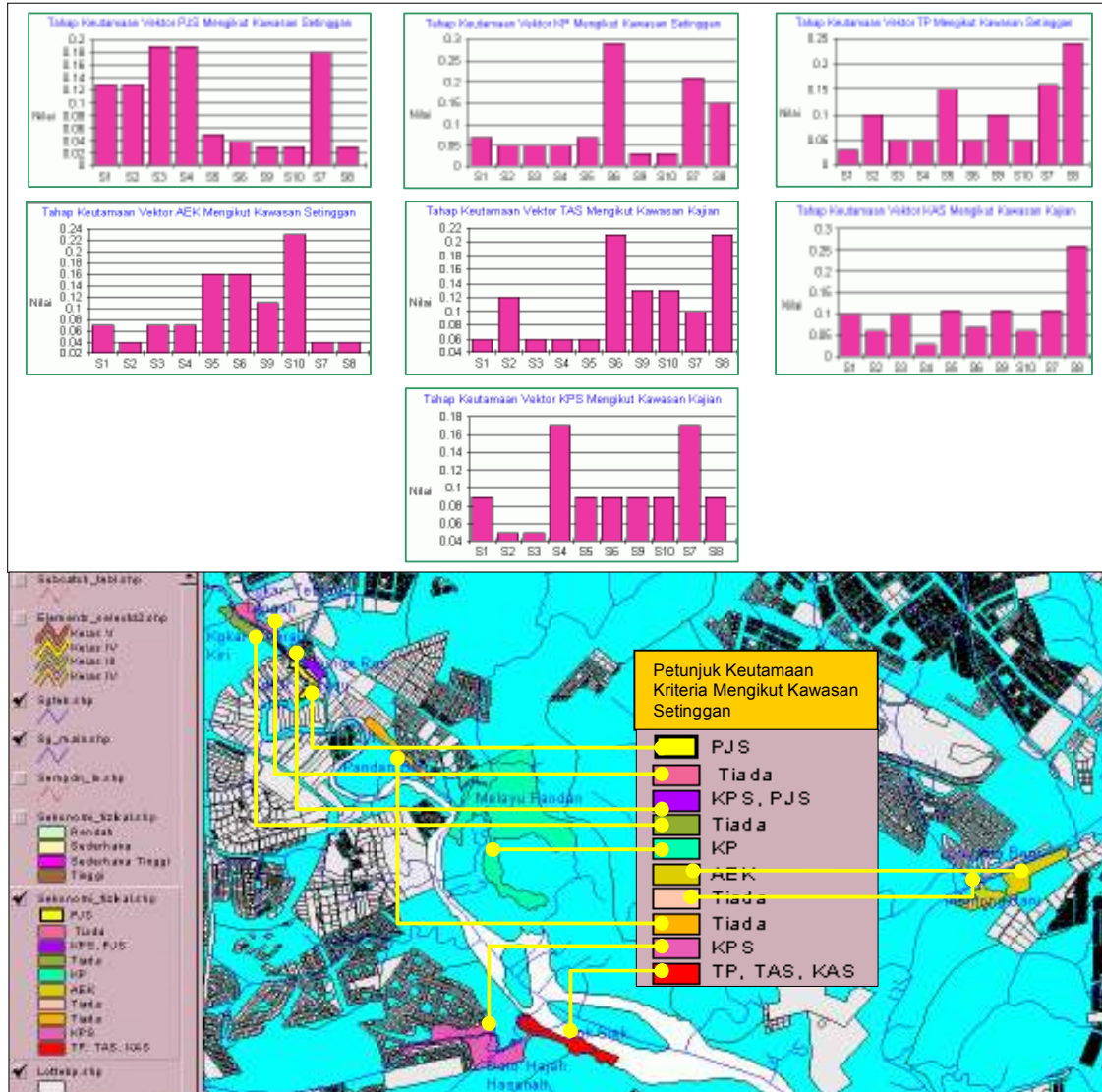
Alternatif	Hasil Darab Nilai Pemberat Kriteria dan Alternatif							Overall Weights	Tahap	
	PJS	KP	TP	AEK	TAS	KAS	KPS		(Peratus)	Urutan
S8	0.00	0.01	0.07	0.00	0.05	0.04	0.02	<b>0.18</b>	18.18	10
S7	0.01	0.01	0.04	0.00	0.02	0.02	0.03	<b>0.13</b>	13.28	9
S5	0.00	0.00	0.04	0.01	0.01	0.02	0.02	<b>0.11</b>	10.86	8
S9	0.00	0.00	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	<b>0.10</b>	9.94	7
S10	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	<b>0.09</b>	9.15	6
S6	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	<b>0.09</b>	8.46	5
S2	0.01	0.00	0.03	0.00	0.03	0.01	0.01	<b>0.08</b>	8.12	4
S4	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.03	<b>0.08</b>	7.96	3
S1	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	<b>0.07</b>	7.04	2
S3	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	<b>0.07</b>	7.02	1
<b>Jumlah</b>								<b>1.00</b>	<b>100.0</b>	

Jadual 9 merupakan output akhir bagi analisis kadar potensi 10 kawasan setinggan yang ditinjau menyebabkan pencemaran Sungai Tebrau. Didapati S8 yang mempunyai kadar potensi tertinggi iaitu 18.18 peratus, diikuti oleh S7 13.28 peratus, S5 10.86 peratus dan seterusnya S3 mempunyai kadar potensi terendah dengan 7.02 peratus. Ini secara langsung menjelaskan bahawa S8 (Tok Siak) banyak menghasilkan ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal sebagai penyebab pencemaran Sungai Tebrau, dan sebaliknya di S3 adalah paling kurang.

### 5.2.4 Pemaparan Keputusan Menggunakan GIS

Keputusan analisis daripada kaedah MCDA (mengguna pakai teknik AHP) boleh ditunjukkan secara spatial setelah dihubungkan dengan GIS secara "*loose coupling*". Dalam konteks ini, GIS bukan hanya sebagai alat untuk pemaparan hasil analisis secara spatial, tetapi juga berfungsi untuk menunjukkan lokasi-lokasi pencemaran sungai serta memplot peta kawasan-kawasan pencemaran yang lebih sistematik.

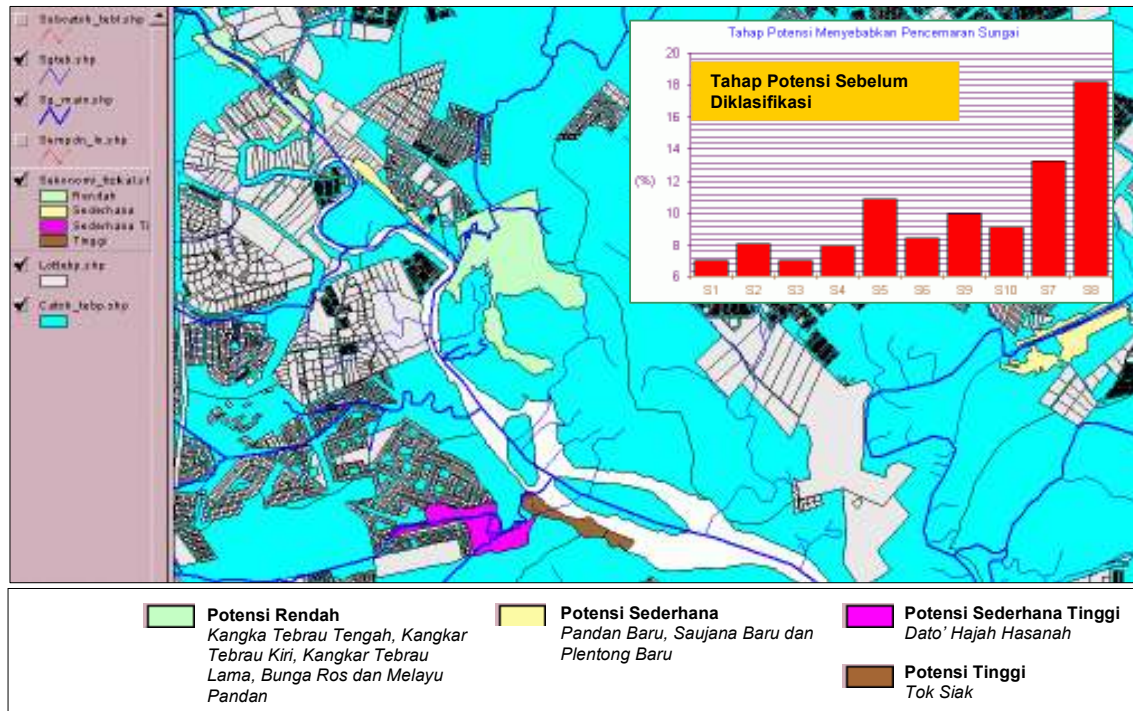
Pemaparan hasil analisis kadar potensi kawasan-kawasan setinggan yang menyebabkan pencemaran Sungai Tebrau secara spatial adalah ditunjukkan pada Rajah 5a dan 5b.



Rajah 5a (atas): Kriteria dan tahap keutamaannya di setiap kawasan setinggan kajian  
 Rajah 5b (bawah): Rumusan tahap keutamaan kriteria (punca-punca pencemaran sungai) mengikut kawasan-kawasan setinggan

Rajah 5a dan 5b menunjukkan keputusan tahap keutamaan kriteria (atau punca-punca pencemaran) yang wujud di setiap kes kajian. Contohnya, S8 (Tok Siak) mempunyai tahap keutamaan kriteria tertinggi yang banyak iaitu TP, TAS dan KAS. Ini sekali gus menjelaskan bahawa kawasan tersebut adalah paling berpotensi menyebabkan pencemaran Sungai Tebrau. S2, S4, S5 dan S9 tidak mempunyai keutamaan kriteria. Sementara itu, kawasan-kawasan lain adalah ditunjukkan secara jelas pada Rajah 3a dan 3b.

Beraskan kepada keputusan keutamaan kriteria tersebut yang wujud di setiap kes kajian, maka kelas kadar potensi ditentukan bagi menjelaskan lagi keputusan analisis. Keputusannya adalah ditunjukkan pada Rajah 6.



Rajah 6: Klasifikasi tahap potensi kawasan-kawasan setinggan kajian menyebabkan pencemaran Sungai Tebrau

Rajah 6 menunjukkan 4 kelas potensi yang dibangunkan bagi menjelaskan kadar potensi sumbangan kepada pencemaran Sungai Tebrau: (a) potensi rendah, (b) sederhana, (c) sederhana tinggi, dan (d) tinggi. Setinggan Tok Siak adalah yang paling berpotensi boleh menyebabkan pencemaran Sungai Tebrau, diikuti setinggan Dato' Hajah Hasanah yang hanya sederhana tinggi. Kawasan-kawasan setinggan lain adalah seperti ditunjukkan pada Rajah 4.

## 6. Perbincangan Dan Penutup

Kertas kerja ini telah membincangkan secara terperinci tentang aplikasi GIS berasaskan MCDA bagi mengukur kadar potensi ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal setinggan terhadap pencemaran sungai berhampirannya. Hasil aplikasi telah mendapati bahawa pendekatan mengintegrasikan GIS dan MCDA memberikan tambahan nilai kepada keputusan analisis dan tidak boleh dinafikan bahawa GIS dan MCDA saling melengkapi di antara satu sama lain. Fungsi GIS berjaya menjelaskan secara lebih tepat tentang fenomena kawasan setinggan di sepanjang Sungai Tebrau di samping membekalkan berbagai teknik dan semi-output untuk kegunaan analisis di dalam MCDA.

Sementara itu, MCDA pula menyediakan set prosedur yang lengkap bagi menjelaskan sumbangan ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal setinggan terhadap pencemaran Sungai Tebrau. Lebih tepat lagi, kaedah MCDA (berasaskan kepada AHP) telah diguna pakai untuk kerja-kerja pemberian nilai pemberat kriteria dan alternatif yang tidak boleh dilakukan melalui fungsi GIS. Ini berikutan kerja-kerja tersebut melibatkan proses penilaian (*judgements*) terhadap sesuatu perkara (*events*) yang berbentuk *intangible*. Maka, bolehlah dirumuskan bahawa pendekatan GIS berasaskan MCDA berupaya menjadi alat pembuatan keputusan yang signifikan khususnya bagi bidang sains sosial. Perbincangan dalam kertas kerja ini boleh dijadikan rujukan serta merupakan satu bentuk sumbangan kepada bidang GIS dan MCDA dengan memperkenalkannya ke dalam bidang penyelidikan sains sosial. Akhirnya, keputusan analisis yang dikemukakan boleh membantu di dalam proses pembuatan keputusan/ tindakan yang bakal diambil oleh pihak tertentu khususnya PBT bagi mengawal dan mengatasi punca-punca pencemaran sungai di kawasan-kawasan setinggan.

### Rujukan

Ab Aziz Abdul Latiff, Ahmad Tarmizi Abd Karim dan Zawawi Daud (2000). *Model Kualiti Air Sungai Semerong Menggunakan Perisian QUAL2E – Kajian Kes*. Laporan Akhir Projek Jangka Pendek, No. Vot: 71358, Institut Teknologi Tun Hussein Onn.

- Banai-Kashani, R. (1989). A new method for site suitability analysis: The Analytic Hierarchy Process. *Environmental Management*, 13(6), 685-693.
- Carver, S.J. (1991). Integrating Multi-Criteria Evaluation with Geographical Information Systems. *International Journal of Geographical Information Systems*. vol. (5): 321-339.
- Cheng, E. W. L., Li, H., & Yu, L. (2007). A GIS approach to shopping mall location selection. *Building and Environment*, 42, 884-892.
- Daniere, A.G. and Takahashi, L.M. (1999). Environmental behavior in Bangkok, Thailand: A portrait of attitudes, values, and Behaviour. *Economic Development and Cultural Change*. 47(3): 525-557.
- Eastman, J. R., Jin, W., Kyem, P.A.K., and Toledano, J. (1995). Raster Procedures for Multi-criteria/ multi-objective Decision. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. (61): 539-547.
- Goodchild, M.F. and Maguire, D.J. (1991). *Geographical Information System: Principles and Applications*. Harlow: Longman Scientific.
- Israel, G. D. (2003). *Determining sample size*. Florida: Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- Jankowski, P. (1995). Integrating Geographical Information Systems and Multiple Criteria Decision Making Methods. *International Journal of Geographical Information Systems*. 9(3): 251-273
- Klungboonkrong, P., & Taylor, M. A. (1999). An integrated planning tool for evaluating road environmental impacts. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 14: 335-345.
- Malczewski, J. (1999a). *GIS and Multi-criteria Decision Analysis*. New York: John Willey & Sons, Inc.
- Malczewski, J. (1999b). Spatial Multi-criteria Decision Analysis. In J.-C. Thill (Ed.), *Spatial multi-criteria decision making and analysis: A Geographic Information Sciences approach* (pp. 11-48). Alersshot: Ashgate Publishing Ltd.
- Munusamy, M. (2010). Urbanisation and Water Quality Control for the Source of Water in Kuala Lumpur City. Slaid pembentangan: National Hydraulic Research Institute of Malaysia (NAHRIM) Ministry of Natural Resources and Environment, Malaysia.
- Patrono, A. (1998). Multicriteria Analysis and Geographic Information Systems: Analysis of Natural Areas and Ecological Distributions. In: Beinat, E. and Nijkamp, P. Eds. *Multicriteria Analysis for Land-Use Management*. Netherland: Kluwer Academic Publishers. 271-292.
- Rashid, M.F.A. (2004). Pengintegrasian model simulasi/ kualiti air dan Sistem Maklumat Geografi menggunakan pendekatan Analisis Keputusan Multi-kriteria dalam kajian kesan guna tanah setinggan terhadap kualiti air. Tesis Sarjana Tidak Diterbitkan, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, Malaysia.
- Rashid, M.F.A dan Jaafar, A. (2010). Analisis pengaruh ciri-ciri sosioekonomi dan fizikal di kawasan setinggan terhadap pencemaran sungai menggunakan pendekatan MCDA. Dibentangkan di Seminar Antarabangsa Ke-3: Ekologi, Habitat Manusia dan Perubahan Lingkungan pada 20-21 September 2010, Pekanbaru, Riau, Indonesia.
- Rashid, M.F.A. (2010). "Spatial modelling for distribution of migration potential in Klang Valley region", *Unpublished Ph.D Thesis*, Universiti Teknologi MARA, Shah Alam.
- Rasmussen, U. (2001). Squatters at Skudai River: A Case Study a Squatters Settlement at Skudai River in Johor State, Malaysia. Tesis Sarjana Tidak Diterbitkan, Roskilde University Centre, Denmark in co-operation with UTM Skudai.
- Rasmussen, U., Eddy Soedjono, Zaini Ujang, Whiston, T. and Lund, S. (2003). *River Pollution of Sungai Skudai: The Case of Squatter Settlement in Johor Bahru*. Kertas Kerja Seminar, Universiti Teknologi Malaysia.
- Rosario, E. (1995). Recent Directions in Philippine Urban Environment Policy. In ISI-SEACEUM 2: Azman Awang, Mahbob Salim Halldane, J.F. eds. *Towards a Sustainable Urban Enviroment in Southeast Asia*. UTM, ISI, vol. (24): 269-275.
- Saaty, T.L, Kearns, K.P. (1985). *Analytical Planning: The Organisation of Systems*. Oxford. New york. Toronto. Sydney. Frankfurt, Pergamon Press.
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Heirarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Saleh Buang (2002). PBT dan Alam Sekitar: Undang-undang dan Alam Sekitar. Kertas Kerja Seminar: *Seminar Kebangsaan Perancangan Bandar & Wilayah ke 20*. Jabatan Perancangan Bandar & Wilayah, UTM, Skudai.
- Sharifi, M.A, LUC Boerboom dan Shamsudin, K. (2004). *The Application of Multi Criteria Decision Analysis In The Klang Valley Integrated Land Use and Transportation Study*. Malaysian Townplan, Planning Tools. Issues 1. vol. (2) Jun 2004: 40-55

Store, R., & Kangas, J. (2001). Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling. *Landscape and Urban Planning*, (55): 79-93.

Wegener, M. (2000). Spatial models and GIS. In A. S. Fotheringham & M. Wegener (Eds.), *Spatial models and GIS: New potential and new models* (pp. 3-18). London: Taylor & Francis.

Yaakup, A and Healey, R.G. (1994). A GIS approach to spatial modeling for squatter settlement planning in Kuala Lumpur, Malaysia. *Environment and Planning*, (21): 21-34