

## **INTEGRASI SISTEM MAKLUMAT GEOGRAFI DAN KAEDAH PENILAIAN PELBAGAI KRITERIA DALAM PEMILIHAN TAPAK PERUMAHAN KOS RENDAH: KAJIAN KES DI SEBERANG PERAI UTARA, PULAU PINANG, MALAYSIA**

NARIMAH SAMAT<sup>1\*</sup> & ONG SWEE LI<sup>2</sup>

**Abstrak.** Pemandangan yang pesat kesan langsung daripada perkembangan sektor perindustrian dan pembinaan di Malaysia telah meningkatkan permintaan terhadap tempat kediaman. Namun permintaan tersebut sering dihadkan oleh kekurangan sumber semula jadi terutamanya tanah. Kekurangan tanah yang boleh dimajukan untuk perumahan terutamanya perumahan kos rendah telah membentuk satu cabaran kepada jururancang dan pembuat dasar di negara ini. Namun pada masa kini, kajian yang terperinci tentang penentuan kesesuaian tapak perumahan masih kurang dijalankan di negara ini. Artikel ini memapar potensi aplikasi pengintegrasian GIS (Geographic Information Systems) dan MCE (Multicriteria Evaluation) dalam pemilihan tapak perumahan kos rendah di Seberang Perai Utara, Pulau Pinang, Malaysia. Analisis ini dijalankan melalui pemilihan lapan faktor dan satu halangan dengan mengambil kira pandangan pakar dan kecenderungan seseorang dalam proses membuat keputusan. Analisis ini berpotensi digunakan untuk menyelesaikan masalah pemilihan tapak perumahan kos rendah yang melibatkan pelbagai faktor ruangan dan halangan.

*Kata kunci:* Perumahan kos rendah; sistem maklumat geografi; kaedah penilaian pelbagai kriteria

**Abstract.** Rapid urbanization resulted from the growth in the industrial and construction sectors in Malaysia has increased the demand towards residential place. These demands, however, are constantly limited due to the scarcity of natural resources especially in land. The shortage in potentially developed land for urban development especially for low-cost housing has become a challenge to planners and policy makers in this country. Nevertheless, in-depth researches on the suitability of site for residential development are still less being conducted in this country today. This article demonstrates the potential of integrating GIS (Geographic Information Systems) and MCE (Multicriteria Evaluation) in selecting suitable sites for low-cost housing in the Seberang Perai Utara, Penang State, Malaysia. This analysis was carried out based on eight factors and one constraint while taking into consideration the evaluation by experts and individuals in decision making process. This analysis has the potential to be used in solving low-cost housing site selection problem involving spatial factors and its constraints.

*Keywords:* Low-cost housing; geographic information system; multicriteria evaluation approach

---

<sup>1&2</sup> Bahagian Geografi, Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan, Universiti Sains Malaysia, 11800 Pulau Pinang, Malaysia

\* Corresponding author: Tel: 04-6532872. Faks: 04-6563707. Email: [narimah@usm.my](mailto:narimah@usm.my)

## 1.0 PENGENALAN

Proses pembangunan yang pesat akibat daripada perkembangan sektor perindustrian dan pembuatan di Malaysia telah membawa banyak masalah kepada perancangan guna tanah terutamanya perumahan kos rendah. Kadar pertumbuhan penduduk yang pesat, permintaan guna tanah yang tinggi terutama untuk aktiviti komersial, saiz tanah yang tidak sesuai untuk pembangunan dan bekalan tanah bandar yang terhad telah menimbulkan masalah dalam penentuan kesesuaian tapak perumahan kos rendah [1]. Pihak pemaju cenderung meletakkan rumah kos rendah jauh daripada kawasan bandar atau di atas tapak-tapak yang kurang sesuai seperti bekas tapak lombong dengan tujuan mengurangkan kos pembangunan perumahan. Selain itu, penekanan yang lebih kepada pembinaan rumah mewah telah memburukkan lagi fenomena ini [2, 3]. Oleh hal yang demikian, aspek pemilihan kesesuaian tapak bagi pembangunan perumahan kos rendah harus diberi perhatian yang serius dalam pelaksanaan dasar perumahan kos rendah di negara ini [4].

Pada masa kini, perancangan bandar di Malaysia adalah di bawah Akta Perancangan Bandar dan Desa, 1976 yang menetapkan setiap pihak berkuasa tempatan (PBT) merancang pembangunan berasaskan Rancangan Struktur dan Rancangan Tempatan [5]. Sistem perancangan guna tanah dan bandar berasaskan pelan ini adalah kurang memuaskan kerana ianya tidak menentukan agihan tapak tetapi lebih kepada penentuan keperluan permintaan tanah sahaja. Penentuan tapak seperti perumahan kos rendah adalah tidak ditentukan dalam rancangan pembangunan ini.

Selain itu, perancangan memerlukan banyak maklumat ruangan dan bukan ruangan [6]. Kebanyakan data yang digunakan dalam sektor perumahan masih berbentuk analog seperti peta dan jadual yang mana perwakilan maklumat dalam bentuk ini adalah terhad dan sukar digunakan untuk menjalankan analisis ruangan [7]. Masalah ini telah menimbulkan kesukaran kepada pihak perancang dalam menjalankan kerja-kerja pengurusan dan perancangan projek perumahan baru di sesuatu kawasan yang berkaitan dengan ruangan [8]. Malah, ia juga melambatkan kerja-kerja Jabatan Perancang Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) dalam proses kelulusan permohonan projek perumahan dari pihak pemaju. Ini kerana kebanyakan maklumat dalam permohonan projek ini masih dalam bentuk pelan dan fail-fail kertas dan sukar digunakan untuk menjalankan operasi penilaian kelulusan projek perumahan yang kompleks [9]. Tambahan lagi, proses penganalisan dan pengolahan serta pengemas kinian data yang dijalankan secara manual di kalangan jururancang dan pembuat dasar juga menimbulkan kesukaran dalam membuat keputusan bagi pemilihan tapak perumahan yang melibatkan pelbagai faktor.

Analisis pemilihan tapak perumahan secara manual menghadkan jumlah faktor yang perlu dipertimbangkan dan melibatkan masa yang lama serta kos yang tinggi untuk menganalisis dan mengurus data [6].

Sistem Maklumat Geografi (*Geographic Information System-GIS*) menyediakan satu keupayaan baru dalam pengendalian data ruangan dan bukan ruangan [10]. GIS mampu menyediakan maklumat yang kemas kini dan konsisten kepada pihak perancang untuk membuat keputusan semasa menjalankan perancangan pemilihan tapak perumahan kos rendah [7, 11]. GIS merupakan gabungan operasi berkomputer yang berkeupayaan dalam memperolehi, menyimpan, mengurus, mengolah serta memapar maklumat ruangan dan bukan ruangan yang berkaitan dengan fenomena yang berlaku di dunia [10, 12]. Ia mempunyai keupayaan untuk menggabungkan data daripada pelbagai sumber dan tempoh masa serta menjalankan analisis data ruangan seperti analisis jarak dan kedekatan, analisis kejiranan, pengkelasan semula dan tindanan peta [6, 13]. Oleh hal yang demikian, sistem ini berkeupayaan untuk membantu jururancang menjalankan tugas perancangan dan penentuan tapak pembangunan perumahan yang dinamik dan kompleks. Penggunaan GIS telah menghasilkan satu kaedah yang berstruktur dan sistematik dalam menganalisis tapak yang berpotensi untuk pembangunan perumahan kos rendah. Selain itu, GIS juga berpotensi dalam membantu melaksanakan fungsi-fungsi di PBT terutamanya dalam Jabatan Perancangan kerana lebih kurang 85% daripada maklumat yang diuruskan oleh PBT adalah bersifat geografi [9]. Teknologi ini juga dapat meningkatkan keberkesanan dalam pemprosesan maklumat ruangan dan kualiti keputusan yang dilakukan di PBT serta menjimatkan masa dan kos perancangan.

Namun demikian, keupayaan sistem ini masih dikatakan terhad kepada memanipulasi data peta dan hanya berperanan sebagai alat sokongan dalam proses membuat keputusan [11–12]. GIS masih menjadi teknologi sampingan bagi kebanyakan proses membuat keputusan yang melibatkan pengagihan guna tanah dan penentuan penggunaan tanah [13–14]. Bagi meningkatkan keupayaan analisis dalam GIS, ianya telah diintegrasikan dengan kaedah analisis dan sokongan pembuatan keputusan seperti penilaian pelbagai kriteria (*Multiple Criteria Evaluation – MCE*), kaedah statistik dan analisis ruangan dan teknik simulasi [12, 15]. Dalam kes kajian pemilihan kesesuaian tapak, GIS telah diintegrasikan dengan kaedah analisis kesesuaian tanah dan MCE bagi menentukan tapak yang paling sesuai untuk sesuatu aktiviti [12–13]. Misalnya, dalam penyediaan tapak perumahan, GIS diintegrasikan dengan MCE bagi memastikan tapak yang dipilih sesuai dan tidak meninggalkan kesan negatif kepada penduduk dan persekitaran.

Artikel ini bertujuan memaparkan aplikasi GIS dan MCE dalam menentukan tapak yang berpotensi dan sesuai bagi pembangunan perumahan kos rendah di Seberang Perai Utara, Pulau Pinang, Malaysia. Walaupun ianya digunakan dalam menentukan lokasi alternatif untuk pembangunan perumahan kos rendah, metodologi yang sama boleh diubah suai dalam menentukan lokasi aktiviti yang lain seperti lokasi produk pelancongan, kemudahan awam atau industri. Ia membincangkan kaedah pemilihan tapak perumahan kos rendah dengan menggabungkan pelbagai faktor ruangan dan halangan serta mengambil kira pandangan daripada pihak pakar dan kecenderungan seseorang.

## 2.0 KONSEP ASAS PENILAIAN PELBAGAI KRITERIA (MCE)

MCE merupakan satu kaedah yang sering digunakan dalam menyelesaikan perancangan pemilihan tapak yang melibatkan pelbagai alternatif dan prosedur pembuatan keputusan yang banyak [12, 15]. Ia dianggap sebagai satu kaedah yang berkeupayaan dalam membantu dan mengenal pasti lokasi yang sesuai bagi sesuatu pembangunan berdasarkan satu siri kriteria dan kepentingannya serta menggambarkan kesan langsung sesuatu pembangunan terhadap keadaan persekitaran [16, 17]. Kaedah ini membolehkan jururancang menganalisis interaksi antara pelbagai faktor seperti fizikal, sosio-ekonomi dan persekitaran serta mengambil kira kecenderungan sesuatu pihak, penilaian pakar, dan ahli politik [13, 17]. Secara ringkasnya, MCE dikatakan sebagai satu kaedah yang dapat menggabungkan pelbagai faktor seperti topografi, lokasi, aktiviti pembangunan dan aspek persekitaran serta kehendak dan pandangan sesuatu pihak dalam proses membuat keputusan yang melibatkan pembangunan guna tanah di sesuatu lokasi.

Kaedah MCE boleh dijalankan dalam lima langkah utama, iaitu a) menentukan masalah dan objektif kajian, b) memilih senarai kriteria dan alternatif yang munasabah, c) menyeragamkan setiap lapisan peta kriteria, d) mengenal pasti nilai pemberat bagi setiap kriteria dan membentuk lapisan peta pemberat yang diseragamkan, dan e) menggabungkan semua peta atribut dan pemberat. Secara amnya, kaedah MCE boleh dirumuskan dengan rumus berikut:

$$S_i = \sum_1^n W_i W_i^p C_j \quad (1)$$

iaitu,

$S_i$  = Kesesuaian lokasi  $i$ ;

$W_i$  = Kepentingan (pemberat) bagi kriteria  $i$ ;

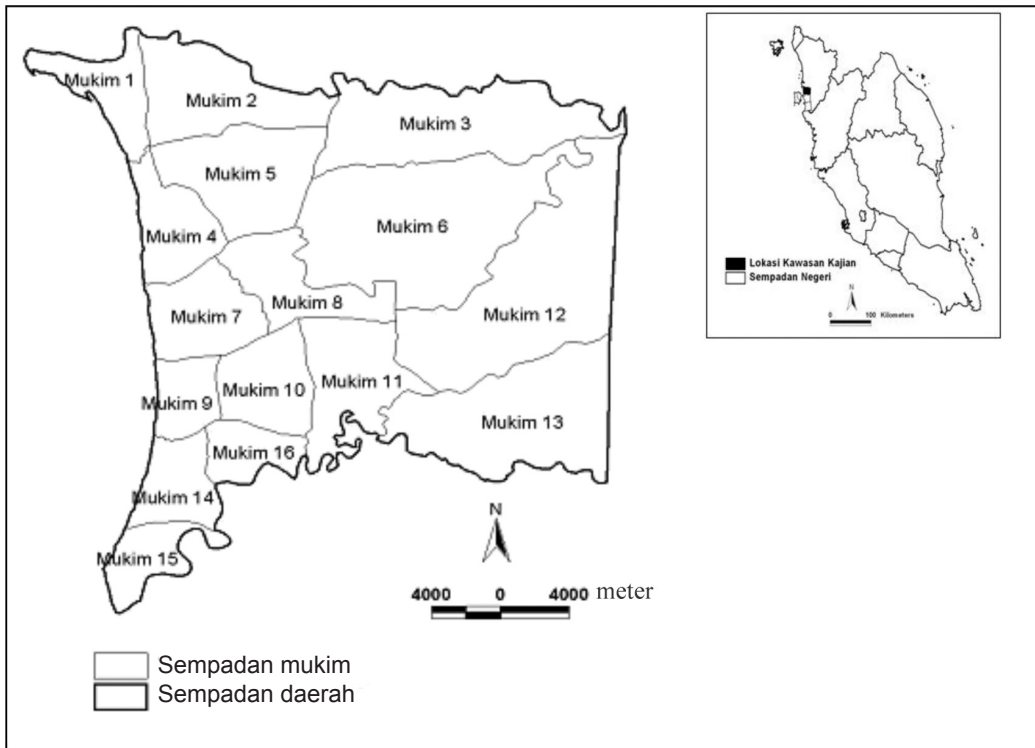
- $X_i$  = Skor bagi kriteria  $i$ ;  
 $C_j$  = Skor bagi halangan  $j$ ; dan,  
 $n$  = Jumlah kriteria yang diambil kira.

Rumus di atas menunjukkan kaedah menggabungkan semua lapisan peta menggunakan kaedah kombinasi pemberat linear (*Weighted Linear Combination-WLC*). Ia merupakan satu kaedah yang sering digunakan dalam analisis MCE kerana ia dianggap sebagai satu kaedah yang mudah dan senang digunakan bagi penyelesaian masalah yang melibatkan pelbagai kriteria [17]. Kaedah ini adalah berasaskan konsep kepada purata pemberat yang mana mempengaruhi keputusan akhir sesuatu kajian. Pembuat keputusan boleh menentukan hubungan kepentingan pemberat bagi setiap kriteria secara terus. Semua kriteria diseragamkan dan digabungkan dengan pemberat yang ditentukan untuk menghasilkan satu peta kesesuaian kawasan. Kelebihan kaedah ini ialah semua faktor yang mempengaruhi hasil adalah bergantung kepada nilai kepentingannya. Selain itu, ia dapat menghasilkan keputusan yang rasional serta menyelesaikan masalah dalam proses pembuatan keputusan dengan berkesan [12–13]. Kaedah WLC mudah diimplementasikan dalam GIS melalui permodelan kartografi dan kaedah peta algebra. Ia digunakan bersama dengan analisis pertindanan yang terdapat dalam GIS dengan menggabungkan semua lapisan data atribut yang telah dijumlahkan untuk menghasilkan satu peta kesesuaian kawasan [6, 17]. Kaedah ini juga membolehkan analisis pemilihan tapak perumahan dijalankan dengan lebih berkesan dan realistik kerana keupayaannya menggabungkan pandangan dan kehendak sesuatu pihak dalam proses pembuatan keputusan.

### 3.0 METODOLOGI

#### 3.1 Kawasan Kajian

Seberang Perai Utara telah dipilih sebagai kawasan kajian untuk menjalankan analisis pemilihan tapak perumahan kos rendah. Ia merupakan daerah yang terbesar di negeri Pulau Pinang dengan keluasan 26,588.04 hektar. Kedudukannya adalah di antara garis lintang  $5^{\circ} 25' U$  dan  $5^{\circ} 27' U$  dan garis bujur  $100^{\circ} 21' T$  dan  $100^{\circ} 25' T$ . Rajah 1 menunjukkan kedudukan Seberang Perai Utara. Secara amnya, kawasan ini mempunyai bentuk muka bumi yang agak mendatar, iaitu 92.8% daripada keluasannya mempunyai kecerunan kurang daripada 5% dan hanya 5.2% daripada keluasannya berkecerunan melebihi 15% [18]. Keadaan ini menjadikannya sesuai digunakan untuk pembangunan perumahan. Selain itu, kawasan ini telah mengalami



**Rajah 1** Kedudukan kawasan kajian

pertambahan penduduk yang tinggi, iaitu daripada 225,769 orang pada tahun 1991 telah meningkat kepada 256,823 orang pada tahun 2000 dan dijangka akan meningkat sebanyak 335,850 orang pada tahun 2010 [19–20]. Peningkatan penduduk ini telah menambahkan permintaan perumahan kos rendah di Seberang Perai Utara, iaitu dijangka sebanyak 17,979 unit diperlukan dalam tempoh 2006–2010 [21].

Kawasan ini telah dijadikan kawasan kajian kerana ia merupakan salah satu kawasan yang mengalami pambandaran yang pesat akibat daripada perkembangan sektor perindustrian di Wilayah Utara Semenanjung Malaysia. Terdapat banyak masalah percanggahan guna tanah antara aktiviti perdagangan dengan kediaman telah berlaku di sekitar kawasan ini. Masalah ini telah menyebabkan bekalan tanah untuk sektor perumahan semakin berkurangan terutamanya perumahan kos rendah [18, 22]. Faktor kedua yang membawa kepada pemilihan kawasan ini ialah ia mempunyai data digital yang agak lengkap. Ketersediaan data ini amat penting dalam analisis GIS kerana ia dapat memudahkan kerja-kerja analisis GIS dan menjimatkan masa serta kos yang diperlukan.

### 3.2 Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Tapak Perumahan Kos Rendah

Terdapat banyak faktor yang boleh dipertimbangkan dalam menentukan pemilihan tapak yang berpotensi untuk pembangunan perumahan kos rendah. Ia boleh dilihat dari segi fizikal, sosial-ekonomi, kualiti persekitaran dan kemudahan yang sedia ada [1, 23]. Sungguhpun begitu, faktor-faktor yang dipilih mesti tersedia dan bersesuaian dengan kawasan kajian. Dalam kajian ini, terdapat lapan faktor telah dipilih untuk menjalankan analisis pemilihan tapak perumahan kos rendah. Antaranya ialah seperti berikut:

- Ketersampaian dengan jalan utama
- Ketersampaian ke sekolah
- Ketersampaian ke klinik atau hospital
- Ketersampaian ke pusat pekerjaan
- Ketersampaian ke pusat bandar
- Kedekatan dengan kawasan pembangunan
- Kedekatan dengan kawasan perindustriaan
- Nilai tanah

Secara amnya, pemilihan faktor-faktor ini dibuat berasaskan ketersediaan data, maklumat dari juru rancang dan ulasan literatur. Setiap tapak perumahan kos rendah yang dirancangkan perlu mengambil kira unsur jarak atau pertalian ruangan antara lokasi perumahan yang dibangunkan dengan aktiviti-aktiviti lain seperti tempat pekerjaan, kawasan bandar, kemudahan awam dan sosial, perkhidmatan pengangkutan awam dan sebagainya [1]. Ia amat penting dalam mempengaruhi ketersediaan penduduk ke suatu kawasan yang baru. Tapak perumahan yang sesuai harus terletak dalam jarak 1.21 kilometer (0.75 batu) daripada tempat membeli belah, 0.4 kilometer (0.25 batu) daripada sekolah rendah, 1.6 kilometer (1 batu) daripada sekolah menengah, 0.8 hingga 1.6 kilometer (0.5–1 batu) daripada klinik atau hospital, dan 1.6 kilometer (1 batu) daripada pusat pekerjaan [24]. Selain itu, ia juga perlu berdekatan dengan jalan utama supaya mudah dihubungi dengan kawasan lain dan meminimumkan masa serta kos perjalanan [1, 23]. Jumlah jiran yang telah membangun juga penting dalam mempengaruhi pemilihan tapak perumahan kos rendah. Kawasan yang berdekatan dengan kawasan pembangunan mempunyai potensi yang tinggi untuk membangun berbanding dengan kawasan yang jiran-jirannya belum membangun. Ini kerana pembangunan yang pesat dari sekitar kawasannya mewujudkan satu suasana yang

positif kepada tapak tersebut sama ada dari segi ekonomi mahupun fizikal. Ia akan mempercepatkan proses pembangunan ke atas kawasan tersebut dan mengurangkan kos untuk dibangunkan [6].

Selain itu, kawasan yang mempunyai persekitaran yang selesa dan selamat amat penting dalam penentuan tapak perumahan kos rendah. Ini kerana perletakan kawasan perumahan yang berdekatan dengan kawasan yang bahaya seperti kawasan perindustrian akan mendatangkan kesan negatif kepada penduduk di sekitar kawasan tersebut terutamanya dari segi kesihatan [1, 24]. Tapak perumahan yang dirancang mestilah sekurang-kurangnya 30 hingga 50 meter dari industri ringan, 100 meter dari industri am dan 500 meter dari industri berat [23]. Ini kerana ia akan menjamin kehidupan penduduk daripada ancaman dan pencemaran. Faktor nilai tanah juga memainkan peranan penting dalam pemilihan tapak perumahan kos rendah. Ia mempengaruhi kos pembangunan sesuatu projek perumahan dan secara tidak langsung menjejaskan harga rumah serta perletakan sesuatu perumahan yang baru [5, 6]. Nilai tanah juga dipengaruhi oleh faktor ketersampaian ke kawasan yang mempunyai status ekonomi yang tinggi seperti kawasan bandar. Ini kerana nilai tanah menjadi semakin rendah apabila berjauhan daripada kawasan bandar [23–24].

Selain daripada lapan faktor di atas, terdapat satu halangan telah dikenal pasti dalam kajian ini, iaitu kawasan yang telah dibangunkan tidak boleh menjadikan sebagai tapak perumahan kos rendah. Kawasan yang tepu bina tidak dibenarkan untuk pembangunan aktiviti yang baru [22]. Oleh itu, kawasan yang sesuai untuk pembangunan perumahan kos rendah yang baru adalah kawasan yang belum dibangunkan. Halangan ini penting kerana ia akan mempengaruhi perancangan pemilihan tapak perumahan kos rendah di sesuatu kawasan serta memberi kesan kepada perkembangan dan penyusunan perumahan kos rendah di sesuatu ruangan pada masa hadapan.

Secara keseluruhan, faktor-faktor dan halangan yang telah dipilih ditentukan dengan nilai pemberat masing-masing bagi menjelaskan kepentingan hubungan mereka dalam mempengaruhi pemilihan tapak perumahan kos rendah. Kaedah perbandingan berpasangan nilai kriteria (*Pairwise Comparison*) digunakan untuk menentukan nilai pemberat setiap kriteria dan halangan. Ia melibatkan perbandingan hubungan kepentingan bagi dua kriteria dalam satu masa [16]. Soal selidik digunakan bagi mendapatkan pandangan pakar seperti jururancang dan ahli akademik dalam menentukan kecenderungan dan kepentingan setiap faktor dalam mempengaruhi perumahan kos rendah [8].



### 3.3 Sumber Data dan Prosedur Kajian

Dalam kajian ini, satu pangkalan data geografi telah dibentuk untuk menyokong dan memenuhi keperluan data bagi lapan faktor dan satu halangan yang digunakan dalam penentuan tapak perumahan kos rendah. Jadual 1 menunjukkan data yang digunakan dalam kajian ini. Secara amnya, terdapat empat jenis data utama yang diperlukan dalam kajian ini, iaitu guna tanah, jalan raya, kemudahan awam dan nilai tanah. Data tersebut telah dikumpulkan daripada [21, 25–26] dan data digital yang sedia ada daripada Bahagian Geografi, Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan di Universiti Sains Malaysia. Ia telah dimasukkan ke dalam sistem GIS bagi menjana data terbitan yang diperlukan untuk analisis pemilihan tapak perumahan kos rendah. Terdapat dua jenis perisian GIS telah digunakan dalam kajian ini, iaitu ArcView 3.2 [27] dan IDRISI [16]. Pemilihan kedua-dua perisian ini adalah berdasarkan keupayaannya menyokong analisis yang dijalankan yang mana ArcView 3.2 telah digunakan untuk mendigitkan peta dan memaparkan hasil serta sebahagian besar data digital sedia ada adalah dalam format ArcView 3.2. Manakala IDRISI pula digunakan untuk menjalankan proses pengiraan kepentingan faktor dan analisis penentuan kesesuaian tanah perumahan kos rendah. IDRISI mempunyai keupayaan MCE di bawah Module “Decision Support”, yang memudahkan pengguna terutamanya juru rancang menggunakan MCE secara terus tanpa melibatkan perisian tambahan.

**Jadual 1** Data-data yang digunakan di dalam kawasan kajian

Jenis Data	Sumber	Skala	Data Terbitan
1. Guna tanah	Aplikasi Sistem Maklumat Geografi dalam Pembentukan Model Pembangunan Guna Tanah Bandar	1:50,000	- Kawasan pembangunan - Perumahan - Perindustrian - Pusat pekerjaan - Pusat bandar
2. Jalan Raya	Aplikasi Sistem Maklumat Geografi dalam Pembentukan Model Pembangunan Guna Tanah Bandar	1:50,000	- Jalan utama - Jalan sekunder
3. Kemudahan Awam	[21]	1:50,000	- Klinik, Hospital - Sekolah
4. Nilai Tanah	[25,26]	-	- Nilai Tanah

Secara keseluruhan, prosedur yang dijalankan dalam kajian ini boleh dibahagikan kepada dua bahagian, iaitu bahagian pertama, penentuan nilai pemberat bagi setiap faktor yang dipilih dan bahagian kedua, penganalisan kesesuaian tanah dengan kaedah WLC dalam MCE. Dalam kajian ini, penentuan nilai pemberat telah dijalankan melalui temubual dengan pegawai perancang dan ahli akademik berdasarkan soal selidik yang dibentuk. Hasil temubual tersebut telah dianalisis menggunakan IDRISI melalui modul “*Decision Support*” Jadual 2 menunjukkan keputusan nilai pemberat faktor yang diperolehi daripada hasil temubual. Nilai pemberat diberikan hasil bandingan dengan pemberat kriteria lain [16]. Misalnya, jika terdapat ramai yang berpandangan bahawa faktor 1 (ketersampaian dengan jalan utama) adalah lebih penting daripada faktor 2 (ketersampaian ke sekolah) sebanyak tiga kali ganda, maka nilai ini digunakan.

Dalam penentuan pemberat ini, nilai kekonsistenan mestilah kurang daripada 0.1 [12, 17]. Jika nilai ini melebihi daripada 0.1, maka pengubahsuaian perlu dilakukan ke atas semua nilai pemberat yang diperolehi. Modul WEIGHT dalam IDRISI digunakan dalam mengira pemberat dari perbandingan kepentingan yang telah dijalankan. Jadual 3 menunjukkan hasil yang diperolehi dalam IDRISI. Nisbah kekonsistenan dalam analisis penentuan nilai pemberat ialah 0.07.

Selain itu, terdapat beberapa modul dalam IDRISI telah digunakan untuk menjalankan analisis kesesuaian tanah dalam bahagian kedua prosedur kajian ini. Antaranya termasuk modul RECLASS yang digunakan untuk menjalankan analisis tindakan Boolean dan analisis pengkelasan, modul DISTANCE yang digunakan untuk menjalankan analisis jarak dan kedekatan bagi faktor-faktor seperti jalan utama, sekolah, hospital dan klinik, pusat pekerjaan, pusat bandar, kawasan pembangunan dan kawasan perindustrian dan modul INTERPOL yang digunakan untuk menjalankan analisis kejiranan bagi menganggar nilai tanah di seluruh Seberang Perai Utara. Selain itu, modul FUZZY telah digunakan untuk mempiawaikan semua faktor yang berlainan skala dan menentukan nilai kemungkinan bagi setiap faktor dalam kajian ini [16]. Pada peringkat akhir kajian ini, modul MCE telah digunakan sebagai alat sokongan pembuatan keputusan untuk menentukan tapak yang sesuai bagi perumahan kos rendah. Prosedur yang terakhir dalam kajian ini ialah mengeksportkan imej hasil kesesuaian kawasan untuk pembangunan perumahan kos rendah ke perisian Arc View GIS untuk paparan imej akhir.

#### 4.0 HASILAN KAJIAN

Dalam kajian ini, terdapat 70 cadangan tapak, iaitu dengan keluasan sebanyak 1255.46 hektar yang berpotensi untuk dijadikan kawasan perumahan kos rendah

**Jadual 2** Keputusan nilai pemberat faktor daripada hasilan temubual

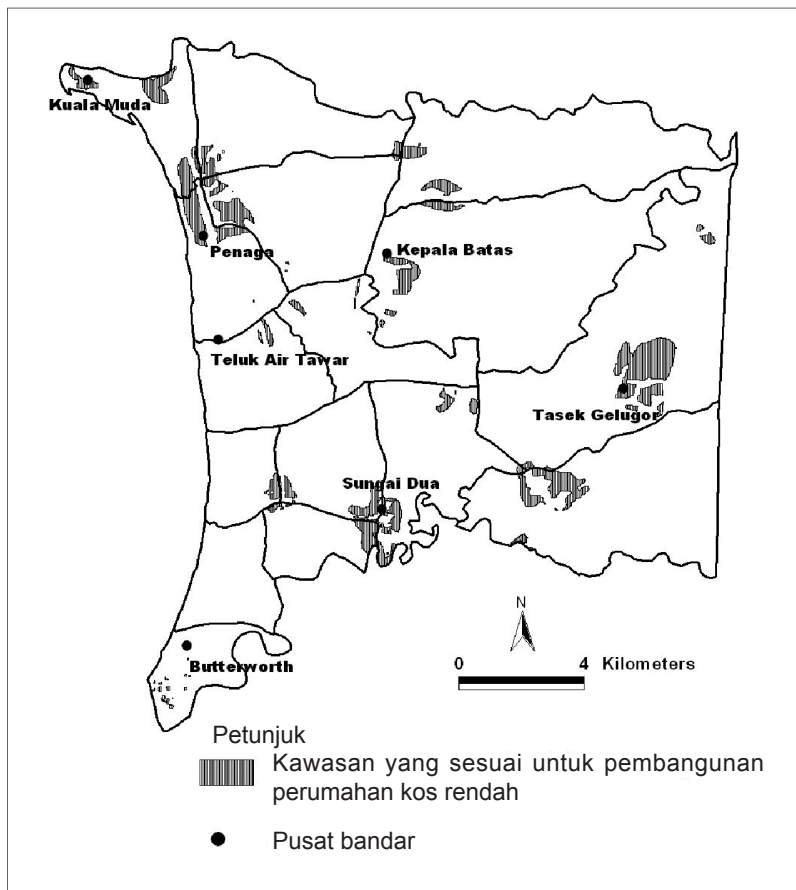
<b>Faktor-faktor</b>	<b>Ketersampaian dengan Jalan Utama</b>	<b>Ketersampaian ke Sekolah</b>	<b>Ketersampaian ke Klinik / Hospital</b>	<b>Ketersampaian ke Pusat Pekerjaan</b>	<b>Ketersampaian ke Pusat Bandar</b>	<b>Kedekatan Kawasan Pembangunan Perindustrian</b>	<b>Kedekatan Kawasan Perindustrian</b>	<b>Nilai Tanah</b>
Ketersampaian dengan Jalan Utama	1							
Ketersampaian ke Sekolah	3	1						
Ketersampaian ke Klinik/Hospital	1/3	1	1					
Ketersampaian ke Pusat Pekerjaan	3	3	3	1				
Ketersampaian ke Pusat Bandar	1/5	1/3	1	1/3	1			
Kedekatan Kawasan Pembangunan	1/5	1/7	1/3	1/5	1	1		
Kedekatan Kawasan Perindustrian	1/7	1/9	1/7	1/7	1/5	1	1	
Nilai Tanah	1	1	3	1	5	5	7	1

**Jadual 3** Hasil nilai pemberat faktor dalam IDRISI

<b>Faktor-faktor</b>	<b>Nilai pemberat</b>
Ketersampaian ke jalan utama dan jalan sekunder	0.1583
Ketersampaian ke sekolah	0.1873
Ketersampaian ke hospital dan klinik	0.0906
Ketersampaian ke pusat pekerjaan	0.2582
Ketersampaian ke pusat bandar	0.0583
Kedekatan dengan kawasan pembangunan	0.0335
Kedekatan dengan kawasan perindustrian	0.0215
Nilai tanah	0.1923
<i>Nisbah Kekonsistenan</i>	<i>0.07</i>

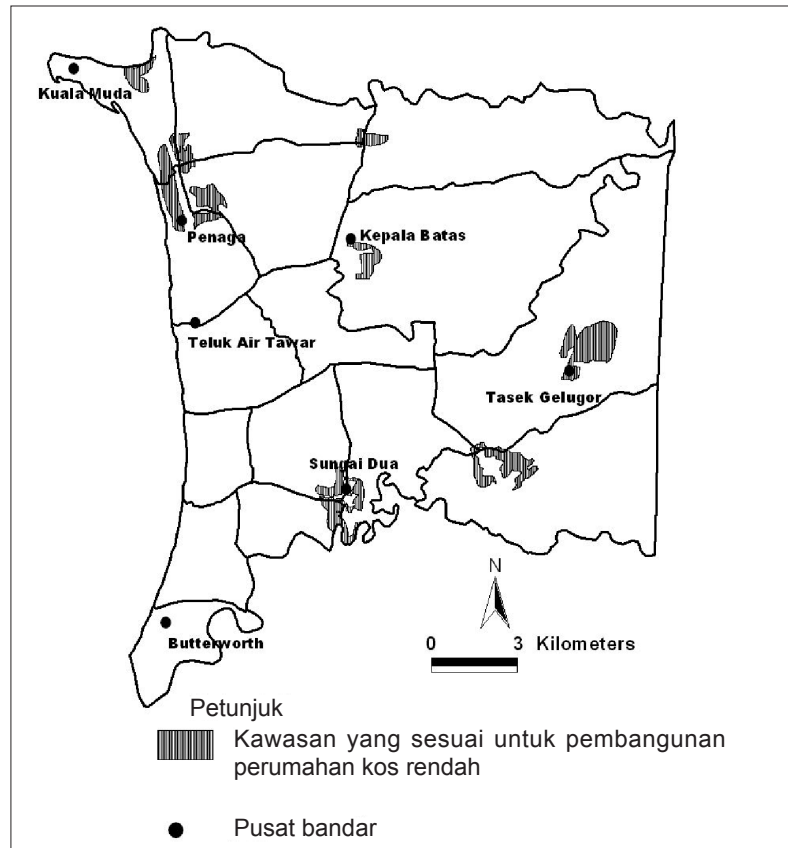
di Seberang Perai Utara. Rajah 2 menunjukkan kawasan yang sesuai digunakan untuk pembangunan perumahan kos rendah. Daripada hasil kajian ini, didapati faktor kedekatan dengan kawasan pembangunan dan ketersampaian ke pusat bandar mempunyai pengaruh yang besar dalam pemilihan tapak perumahan kos rendah. Ini kerana terdapat banyak cadangan tapak perumahan rendah terletak dalam koridor pusat bandar dan kawasan pembangunan. Hal ini demikian kerana faktor pusat bandar mempunyai peranan yang penting untuk membangunkan kawasan perumahan kos rendah yang baru. Pertumbuhan ekonomi dan perindustrian yang pesat di pusat bandar dapat meningkatkan proses pembandaran di kawasan tersebut serta menyediakan peluang pekerjaan kepada penduduk [7]. Tambahan lagi, ia mempunyai kemudahan awam dan perkhidmatan sosial yang lengkap dan mudah dinikmati oleh penduduk. Selain itu, pembangunan perumahan kos rendah di sekitar kawasan pembangunan sedia ada dapat menjimatkan tanah dan menggunakan sumber ini dengan berkesan [1]. Ini selaras dengan objektif perancangan perumahan yang digariskan di dalam Rancangan Struktur Seberang Perai 2000 (Penggubahan), yang cuba mengoptimumkan penggunaan kawasan pembangunan sedia ada sekaligus mengurangkan pengambilan tanah-tanah pertanian bagi tujuan pembangunan perumahan [22]. Tambahan lagi, perletakan perumahan kos rendah di kawasan pembangunan juga dapat mempercepatkan proses pembangunan dan mengurangkan kos pembangunan projek perumahan kerana kawasan pembangunan yang sedia ada mempunyai kebolehsampaian yang tinggi ke kawasan lain [7].

Daripada hasil kajian ini, sebanyak 10 cadangan tapak telah dipilih untuk pembangunan perumahan kos rendah, seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.



**Rajah 2** Kawasan yang sesuai untuk pembangunan perumahan kos rendah di Seberang Perai Utara

Cadangan tapak yang dipilih kebanyakan terletak berhampiran dengan bandar Penaga, Sungai Dua dan Tasik Gelugor. Ini kerana ketiga-tiga bandar ini merupakan pusat penempatan di Seberang Perai Utara [21]. Ia dapat meningkatkan potensi pembangunan perumahan kos rendah kerana kawasan ini mempunyai sifat bandar seperti bandar lain. Keluasan cadangan tapak yang dipilih dalam perumahan kos rendah adalah antara 40 hektar dan 120 hektar. Jumlah ini dianggarkan dapat menampung keperluan perumahan kos rendah yang semakin meningkat dari tahun ke tahun di Seberang Perai Utara. Selain itu, cadangan tapak perumahan kos rendah yang dipilih juga dapat menyediakan tanah yang luas untuk pembinaan perumahan kos rendah berbentuk teras dengan purata kepadatan 30 unit/hektar (12 unit/ekar).



**Rajah 3** Kawasan yang berpotensi untuk pembangunan kos rendah di Seberang Perai Utara

Ia dapat mengurangkan masalah saiz rumah yang kecil dan sempit seperti rumah pangsa yang sering dihadapi oleh ahli keluarga yang ramai [22]. Tambahan lagi, kedudukan cadangan tapak perumahan kos rendah yang dipilih mempunyai nilai tanah yang rendah berbanding dengan kawasan yang lain dan berdekatan dengan kawasan pembangunan. Hal ini penting bagi perancangan pembangunan perumahan kos rendah baru di suatu kawasan. Ini kerana kedua-dua faktor ini mempengaruhi kos pembangunan sesuatu projek perumahan yang dibelanjakan dan proses pembangunan kawasan perumahan tersebut. Nilai tanah yang tinggi sering dianggap sebagai satu bebanan kepada pihak pemaju yang membangunkan perumahan kos rendah serta mempengaruhi perletakan sesuatu perumahan kos rendah baru. Hal ini demikian kerana masih terdapat ramai pihak pemaju tidak berkeupayaan membiayai kos pembangunan yang tinggi walaupun terdapat subsidi daripada pihak kerajaan [4, 7].

Selain itu, pembinaan kawasan perumahan kos rendah baru di kawasan pembangunan dapat menyediakan satu penempatan yang sempurna dan baik kepada penduduk yang berpendapatan rendah.

## 5.0 PERBINCANGAN

Kajian ini telah memaparkan potensi pengintegrasian GIS dan MCE dalam pemilihan tapak yang sesuai untuk pembangunan perumahan kos rendah. Sungguhpun kajian ini hanya memberikan tumpuan dalam pembangunan perumahan kos rendah, namun ia telah menunjukkan keupayaan yang ada pada GIS sebagai teknologi yang boleh membantu dalam perancangan pemilihan tapak. Gabungan GIS dan MCE telah mengatasi masalah dalam pembuatan keputusan yang sering dihadapi oleh pihak perancang. Ini kerana proses pembuatan keputusan merupakan satu proses yang dinamik dan kompleks serta memerlukan maklumat ruangan yang terkini dan konsisten. Dengan adanya pengintegrasian GIS dengan MCE telah meningkatkan keupayaan dalam memilih, menguruskan dan menganalisis alternatif yang pelbagai dan rumit [12, 17]. Secara tidak langsung kualiti hasilan keputusan juga dipertingkatkan.

Walaupun kaedah integrasi GIS dan MCE ini dapat menentukan tapak-tapak yang berpotensi untuk perletakan perumahan kos rendah. Namun penggunaan kaedah ini masih bergantung kepada nilai pemberat yang digunakan. Oleh itu, pandangan pakar dan ahli akademik telah diambil dalam menentukan kepentingan setiap kriteria. Hasilan yang diperolehi adalah lebih realistik dan berpandukan pandangan dan pengalaman pakar. Namun perbezaan pemberat yang digunakan dalam kajian menghasilkan keputusan yang berbeza. Kajian [17], nilai pemberat menunjukkan hubungan kepentingan setiap kriteria yang dipilih. Ini bermakna nilai pemberat yang digunakan menentukan cara sesuatu kriteria tersebut disatukan dan diintegrasikan. Tambahan lagi, pemilihan pemberat bagi setiap kriteria adalah bersifat subjektif walaupun kaedah perbandingan digunakan. Oleh itu, penentuan ketepatan nilai pemberat adalah amat penting dalam proses pembuatan keputusan [16]. Analisis kesensitifan pemberat telah dicadangkan dalam menentukan ketepatan nilai pemberat bagi sesuatu kriteria. Kaedah ini boleh memberikan pengaruh pemberat terhadap keputusan akhir sesuatu kajian. Kajian selanjutnya dicadangkan memasukkan elemen analisis kesensitifan pemberat dalam menggunakan kaedah MCE.

## 6.0 PENUTUP

Pengintegrasian GIS dan MCE telah menyediakan satu mekanisme yang berupaya untuk menentukan kesesuaian tapak perumahan kos rendah dengan mengambil kira

semua kriteria dan halangan yang sedia ada. Metodologi yang dipaparkan dalam kajian ini telah meningkatkan keupayaan GIS sebagai alat sokongan dalam proses membuat keputusan yang melibatkan pelbagai faktor. Selain itu, ia juga membenarkan pandangan pakar atau pihak lain seperti orang ramai, ahli politik dan pembuat dasar diambil kira dalam usaha menentukan kepentingan setiap kriteria. Ketersediaan kaedah MCE dalam perisian GIS telah memudahkan kajian dalam menentukan kesesuaian tapak perumahan kos rendah. Proses ini telah menjimatkan masa dan memudahkan jururancang, iaitu pihak yang berpotensi menggunakan kaedah MCE dan GIS untuk menjalankan analisis ini. Walaupun kajian ini telah dapat memperlihatkan potensi integrasi GIS dan MCE dalam pemilihan tapak perumahan kos rendah, namun ia masih boleh diperkembangkan. Kajian ini boleh dijalankan dengan analisis kesensitifan pemberat yang mana beberapa set pemberat akan ditentukan dalam senario perletakan yang berbeza. Kajian seumpama ini dapat menilai ketepatan pemberat bagi setiap kriteria dalam senario perletakan perumahan kos rendah yang berbeza. Adalah diharapkan kajian ini dapat memperluaskan penggunaan GIS dan MCE dalam analisis pemilihan tapak perumahan terutamanya perumahan kos rendah serta dijadikan alternatif asas kepada analisis ruangan yang lain.

## RUJUKAN

- [1] Chapin, F. S. dan E. J. Kaiser. 1979. *Urban Land Use Planning*. Chicago: University of Illinois Press.
- [2] Tan, Soo Hai. 1979. Factors Influencing the Location, Layout and Scale of Low Cost Housing Projects in Malaysia. Dalam Tan Soo Hai dan Hamzah Sendut (Penyunting). *Public and Private Housing in Malaysia*. Kuala Lumpur: Heinemann Educational Books (Asia) Ltd. 67–90.
- [3] Sulong Mohamad. 1984. *Perumahan Awam Kos Rendah di Terengganu: Isu Masalah dan Penerimaan Masyarakat*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- [4] Mohd. Razali Agus. 2001. *Perumahan Awam di Malaysia: Dasar dan Amalan*. Kuala Lumpur: Utusan Publications & Distributors Sdn Bhd.
- [5] Laws of Malaysia Act 172. 1998. *Town and Country Planning Act*.
- [6] Narimah Samat. 1995. *Sistem Maklumat Geografi dan Penderiaan Jauh dalam Pembentukan Model Guna Tanah Perumahan di Butterworth, Pulau Pinang*. Tesis Sarjana, Universiti Sains Malaysia.
- [7] Ghani Salleh, dan Lee, L. M. 1997. *Low Cost Housing in Malaysia*. Kuala Lumpur: Utusan Publications & Distributors Sdn. Bhd.
- [8] Ong, Siew Li. 2005. *Aplikasi Sistem Maklumat Geografi (GIS) dalam Pemilihan Tapak untuk Pembangunan Perumahan Kos Rendah di Seberang Perai Utara, Pulau Pinang*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Sains Malaysia.
- [9] Ahris Yaakup, R. G. Healey dan C. G. Hughes, 1990. The Application of Geographic Information Systems for Urban Land Use Planning and Monitoring: A Case Study for Low Cost Housing Development in Kuala Lumpur, Malaysia. *Environmental and Planning B: Planning and Design*. Vol. 17: 385–393.
- [10] Burrough, P. A. dan R. A. McDonnell. 1998. *Principles of Geographic Information Systems* Oxford: Oxford University Press.



- [11] Thomson, C. N. dan P. Hardin. 2000. Remote Sensing/GIS Integration to Identify Potential Low Income Housing Sites. *Cites*. 17(2): 97–109.
- [12] Carver, S. J. 1991. Integrating Multi-criteria Evaluation with Geographic Information Systems. *International Journal of Geographical Information Systems*. Vol. 5(3): 321–339.
- [13] Pereira, J. M. C. dan L. Duckstein. 1993. A Multiple Criteria Decision Making Approach to GIS-Based Land Suitability Evaluation. *International Journal of Geographical Information Systems*. Vol. 7(5): 407–424.
- [14] Bright, E. M. 1992. The ALLOT Model: A PC Based Approach to Siting and Planning. *Computer, Environment and Urban Systems*. Vol. 16: 435–451
- [15] Collins, M. G., F. R. Steiner, dan M. J. Rushman, 2001. Land-Use Suitability Analysis in the United States: Historical Development and Promising Technological Achievements. *Environmental Management*, 28(5): 611–621.
- [16] Eastman, J. R. 1999. *Guide to GIS and Image Processing* Volume 2. Worcester: Clark Lab.
- [17] Malczewski, J. 1999. *GIS and Multi Criteria Decision Analysis*. New York: John Wiley & Sons.
- [18] Majlis Pemandaran Seberang Perai. 1985. *Draf Rancangan Struktur Majlis Pemandaran Seberang Perai*. Malaysia: Jabatan Perancang Bandar dan Desa.
- [19] Jabatan Perangkaan Malaysia. 1991. *Laporan Am Banci Penduduk dan Perumahan*. Kuala Lumpur: Jabatan Perangkaan Malaysia
- [20] Jabatan Perangkaan Malaysia. 2000. *Laporan Am Banci Penduduk dan Perumahan*. Kuala Lumpur: Jabatan Perangkaan Malaysia
- [21] Majlis Pemandaran Seberang Perai. 1998. *Laporan Penyemakan Rancangan Struktur (Pengubahan) Majlis Pemandaran Seberang Perai 1990-2010*. Malaysia: Jabatan Perancang Bandar dan Desa.
- [22] Majlis Pemandaran Seberang Perai. 2000. *Draf Rancangan Struktur (Pengubahan) Majlis Pemandaran Seberang Perai 2000-2010*. Malaysia: Jabatan Perancang Bandar dan Desa.
- [23] Urban Land Institute. 1978. *Residential Development Handbook*. Washington D.C.
- [24] Ibrahim Wahab. 1985. *Garis Panduan dan Kriteria untuk Perancangan*. Pulau Pinang: Universiti Sains Malaysia.
- [25] Jabatan Penilaian dan Perkhidmatan Harta. 2000. *Laporan Pasaran Harta 2000*. Kuala Lumpur: Kementerian Kewangan Malaysia.
- [26] Jabatan Penilaian dan Perkhidmatan Harta. 2001. *Laporan Pasaran Harta 2001*. Kuala Lumpur: Kementerian Kewangan Malaysia.
- [27] ESRI. 1996. *Using ArcView GIS*, Redlands: Environmental Systems Research Institute.