

PEMODELAN PEMBANGUNAN GUNA TANAH KOMERSIL MENERUSI APLIKASI SISTEM MAKLUMAT GEOGRAFI (GIS) KES KAJIAN: SEBERANG PERAI TENGAH, PULAU PINANG

MOHD FARIS DZIAUDDIN¹ & PROFESOR MADYA DR. RUSLAN RAINIS²

Abstrak. Artikel ini menerangkan pembangunan model ruangan bagi pembangunan guna tanah komersil. Model yang dibangunkan ini bertujuan mendiskriminasikan kawasan yang membangun sebagai kawasan komersil, pembangunan-pembangunan lain dan kawasan yang tidak membangun. Teknik statistik yang dipanggil Analisis Diskriminan digunakan bagi tujuan pembangunan model. Terdapat sebelas pembolehubah ruangan dimasukkan ke dalam model termasuklah kehampiran ke kawasan komersil, kehampiran ke kawasan perumahan, kehampiran ke kawasan industri, kehampiran ke bandar, kehampiran ke jalan raya, nisbah jiran yang membangun, peratus jiran yang membangun sebagai kawasan komersil, peratus jiran yang membangun sebagai kawasan perumahan, peratus jiran yang membangun sebagai kawasan industri dan kehampiran ke kawasan pertanian. Bagi tujuan kajian, dua set data dibangunkan iaitu bagi tempoh tahun 1992-1994 dan 1995-1998. Sistem Maklumat Geografi digunakan bagi menjana semua pembolehubah-pembolehubah ruangan. Pembangunan model adalah berdasarkan kepada data perubahan guna tanah bagi tempoh tahun 1992-1994 manakala pengujian model berdasarkan kepada data bagi tempoh tahun 1995-1998. Ketepatan yang diperolehi daripada model asal ialah 74.9%. Dari pada pengujian yang dilakukan, didapati model ini telah berjaya meramal perubahan guna tanah dari tahun 1995-1998 dengan ketepatan 98.6%.

Kata kunci: Pemodelan guna tanah, guna tanah komersil, sistem maklumat geografi (GIS), analisis diskriminan

Abstract. This article describes the development of a spatial model of commercial land use development. The model attempts to discriminate areas developed for commercial land use, other urban land uses and undeveloped areas. A statistical technique called Discriminant Analysis was used to develop the model. Eleven spatial variables were included in the model including proximity to commercial areas, proximity to residential areas, proximity to industrial areas, proximity to urban areas, proximity to major roads, spatial index of neighbourhood development, percent of neighbour develop as commercial areas, percent of neighbour develop as residential areas, percent of neighbour develop as industrial areas and agricultural areas. Two data sets were developed for the study: 1992-1994 and 1995-1998. Geographic Information System (GIS) was used to generate the data for all the spatial variables. The model was developed based on the land use change data between 1992-1994 and tested using 1995-1998 data. The accuracy of the original model is 74.9%. The developed model was predicted the variation of the commercial land use development with the accuracy of 98.6%.

Key word: Land use modeling, commercial land use, geographic information system (GIS), discriminant analysis

¹ Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan, Universiti Sains Malaysia, 11800 Pulau Pinang

1.0 PENGENALAN

Pemodelan guna tanah komersil adalah penting untuk melihat arah pembangunan guna tanah bandar dengan lebih berkesan, seterusnya membuat ramalan untuk tujuan pembangunan guna tanah bandar pada masa depan. Proses pemodelan seperti ini memerlukan banyak data ruangan dan bukan ruangan dalam pelbagai bentuk dan sumber, terutamanya apabila melibatkan projek yang berskala besar. Kaedah pengendalian data secara manual mengambil masa yang lama, sangat menjemukan, memerlukan kos yang tinggi dan proses analisisnya yang terhad. Kini, perkembangan pesat dalam teknologi maklumat (IT) seperti Sistem Maklumat Geografi (GIS-Geographic Information Systems) telah mempertingkatkan penggunaan model dalam pembangunan guna tanah bandar, seterusnya membuka peluang baru untuk pemodelan guna tanah bandar dalam bentuk yang lebih menjimatkan masa dan komprehensif.

GIS merupakan sistem maklumat berasaskan komputer yang mempunyai keupayaan untuk menginput, mengurus, memanipulasi, menganalisis dan memaparkan data ruangan dan bukan ruangan secara lebih efisien dan menyakinkan. GIS juga boleh menghasilkan rangka kerja untuk mengintegrasikan data daripada pelbagai jenis sumber yang berbeza. Keupayaan yang ada pada GIS dipertingkatkan lagi dengan memasukkan analisis statistik. Kini ia merupakan suatu alat analisis dan sumber maklumat yang berpengaruh dalam pemodelan pembangunan guna tanah bandar.

Artikel ini bertujuan untuk membincangkan prospek penggunaan GIS dalam perancangan guna tanah. GIS akan digunakan dalam membentuk satu model pembangunan guna tanah komersil. Kawasan daerah Seberang Perai Tengah, Pulau Pinang telah dipilih sebagai kawasan kajian bagi pembentukan model tersebut.

2.0 RANGKA ASAS MODEL CADANGAN

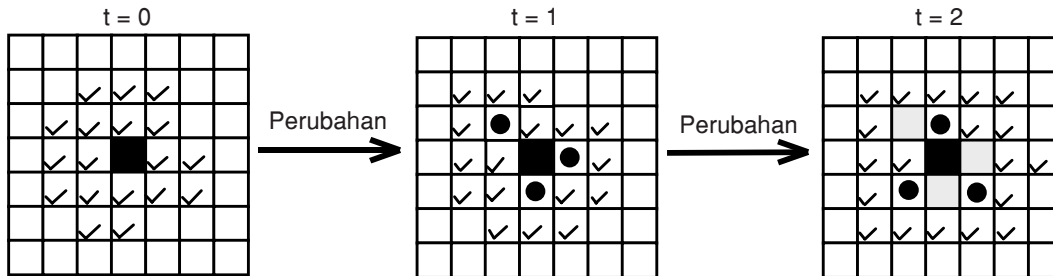
Kajian yang dilakukan ini bertujuan untuk membentuk satu model pembangunan guna tanah komersil. Pemilihan aktiviti ini dilakukan memandangkan aspek guna tanah komersil ini bersifat dinamik dimana letakan dan perkembangannya dipengaruhi oleh manusia. Kajian ini melibatkan pembentukan model pembangunan guna tanah dan pengujian keberkesanan model yang telah dibangunkan.

2.1 Struktur Model

Kajian ini menjadikan model geografik sebagai asas pembentukan model. Pemilihan model ini adalah bersesuaian dengan sifatnya yang dapat menunjukkan evolusi satu sistem yang ringkas menjadi satu sistem perbandaran yang kompleks. Rajah 1 menunjukkan evolusi model ini yang bermula daripada satu sel dan berkembang menjadi satu kawasan. Evolusi pembangunan sel yang berhampiran dengan sel

Diberi: Lot tidak membangun dengan satu lot yang membangun (sel berlorek)

Objektif: Menentukan pembangunan lot yang berpotensi mengikut aturan perubahan



Petunjuk:

- Pembangunan sedia ada
- Lot yang diramal akan membangun
- Lot yang dibangunkan
- Lot yang tersedia untuk dibangunkan

Rajah 1 Skema model pembangunan guna tanah komersil yang dicadangkan

yang telah membangun dikawal oleh satu aturan perubahan (transition rules). Oleh itu, tugas penting dalam proses pemodelan ini ialah untuk menentukan fungsi persamaan yang boleh digunakan sebagai aturan perubahan yang mengawal perubahan guna tanah komersil. Bagi tujuan pembentukan model ini, pengkaji telah memilih kaedah analisis diskriminan. Kerana kaedah ini mempunyai keupayaan dalam melakukan pengasingan sesuatu kawasan kepada kumpulan tertentu berdasarkan kepada kategori bagi kumpulan tersebut. Oleh itu ia akan digunakan untuk tujuan melihat perubahan sesuatu tapak kosong kepada pembangunan komersil dan pembangunan-pembangunan lain. Fungsi ini boleh dinyatakan sebagai:

$$A = \alpha + \alpha_1\beta_1 + \alpha_2\beta_2 + \alpha_3\beta_3 + \dots + \alpha_n\beta_n = \alpha + \sum_{i=1}^n \alpha_i\beta_i \frac{\pi}{4} \quad (1)$$

- A = pembolehubah bersandar
- α = pemalar
- α_i = pekali ($i = 1, \dots, n$)
- β_i = pembolehubah bebas ($i = 1, \dots, n$)
- n = jumlah pembolehubah bebas

Oleh itu, model pembangunan guna tanah yang dibentuk boleh dinyatakan sebagai:

$$\Delta G_{t-t1} = \alpha + \alpha_1 \beta_1^t + \alpha_2 \beta_2^t + \alpha_3 \beta_3^t + \dots + \alpha_n \beta_n^t = \alpha + \sum_{i=1}^n \alpha_i \beta_i^t \quad (2)$$

iaitu:

ΔG_{t-t1} = perubahan guna tanah komersil dari masa t ke $t1$

α = pemalar

$\beta_i^t \cdot \beta_n^t$ = ciri-ciri faktor yang mempengaruhi pembangunan khususnya guna tanah komersil pada masa t .

n = jumlah faktor yang diambil kira

Model yang dibangunkan ini bertujuan untuk mengenal pasti kawasan-kawasan yang berpotensi untuk membangun pada masa $t + m$ berdasarkan kepada faktor-faktor pada masa t . Oleh kerana model ini bertujuan untuk melihat pembangunan guna tanah komersil maka ia harus diasingkan daripada lain-lain pembangunan iaitu:

Kumpulan 1 – kawasan tidak membangun

Kumpulan 2 – kawasan yang membangun sebagai kawasan komersil, dan

Kumpulan 3 – kawasan untuk pembangunan-pembangunan lain

Menerusi kaedah Analisis Diskriminan kita berupaya untuk mengasingkan pembolehubah bersandar yang berbentuk kategori berdasarkan kriteria pengkelasan atau pembolehubah bebas yang berbentuk bukan kategori-lihat Hair *et al*, (1992). Ini bersesuaian dengan kajian ini yang akan mengasingkan kawasan berpotensi untuk pembangunan komersil, pembangunan-pembangunan lain dan kawasan yang tidak membangun (berbentuk kategori) berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi perubahannya.

2.2 FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PEMBANGUNAN GUNA TANAH KOMERSIL

Terdapat pelbagai faktor yang menyumbang kepada pembangunan guna tanah komersil. Faktor-faktor ini boleh dikelaskan kepada dua kategori iaitu berdasarkan kepada ciri-ciri fizikal dan ciri-ciri lokasi (Landis dan Zhang, 1997; Rancangan Struktur MPSP, 1993; Ruslan, 1991a; Lillesand dan Keifer, 1987; Chapin dan Kaiser, 1979). Antara ciri-ciri fizikal yang mempengaruhi pembangunan guna tanah komersil termasuklah topografi, tanah, dan geologi dimana sebagai contoh, kawasan yang mempunyai kecerunan lebih daripada 10 peratus adalah tidak sesuai bagi pembangunan guna tanah komersil. Menurut Lillesand dan Keifer (1987) kecerunan yang paling sesuai untuk aktiviti pembangunan guna tanah ialah tapak yang memiliki

kecerunan antara 2 hingga 6 peratus. Di samping itu, struktur geologi yang kukuh juga penting bagi pembangunan guna tanah. Tapak yang diliputi tanah berpasir tidak sesuai kerana sifat tanah ini mempunyai struktur longgar yang boleh mengakibatkan tanah runtuh dan merosakkan bangunan. Walau bagaimanapun, faktor ini tidak begitu ketara bagi kajian ini. Ciri-ciri fizikal seperti topografi dan geologi adalah tidak berkaitan dalam kes ini kerana 95% daripada kawasan kajian mempunyai kecerunan 1 hingga 5 peratus (Rancangan Struktur MPSP, 1993). Kawasan yang hendak dibangunkan itu juga harus mempunyai sistem saluran yang baik. Ini penting bagi mengelakkan daripada berlakunya banjir. Selain itu faktor ketersediaan tapak bagi sesuatu pembangunan amat penting kerana ia akan mempercepatkan proses pembangunan dan mengurangkan kos.

Di samping elemen fizikal, pembangunan guna tanah komersil juga ditentukan oleh ciri-ciri sesuatu lokasi. Ciri-ciri lokasi yang mempengaruhi pembangunan guna tanah komersil termasuklah kejiranan, kesesuaian sesuatu tapak, status ekonomi yang tinggi, kepadatan penduduk yang tinggi, ketersediaan infrastruktur dan laluan (Landis and Zhang, 1997). Faktor kejiranan merupakan antara faktor penting dalam menentukan potensi dan kebolehsampaian sesuatu tapak dengan kawasan-kawasan lain. Tapak yang mempunyai jiran-jiran yang telah membangun akan menjadikan tapak ini mudah dihubungi dan akan mengurangkan kos untuk dibangunkan. Tapak yang sedemikian akan menerima tekanan untuk dibangunkan (Chapin dan Kaiser, 1979). Ini secara tidak langsung akan meningkatkan potensi pembangunan tapak tersebut. Kawasan yang mempunyai persekitaran yang sensitif perlu dielakkan daripada sebarang pembangunan. Di samping itu, pemusnahan habitat asli binatang dan ekosistem seperti kawasan berpaya perlu juga dielakkan. Seterusnya, faktor laluan hendaklah dipertimbangkan bagi pemilihan lokasi bagi pembangunan guna tanah komersil. Bagi meningkatkan laluan kawasan komersil dengan lain-lain kawasan pembangunan seperti kawasan perumahan maka kawasan komersil harus dibangunkan di lokasi yang hampir dengan jalan raya. Pemaju yang berhasrat untuk membangunkan sesuatu projek, kebiasaannya mengambil kelebihan daripada ketersediaan factor ini. Ini akan mengurangkan kos pembangunan dan mempercepatkan proses pembangunan projek. Faktor-faktor yang melibatkan pertalian lokasi kawasan komersil dengan aktiviti-aktiviti lain boleh diringkaskan seperti berikut:

- Kehampiran ke bandar
- Kehampiran ke jalan raya utama
- Kehampiran ke jalan raya kedua
- Kehampiran ke kawasan komersil
- Kehampiran ke kawasan industri
- Kehampiran ke kawasan perumahan
- Kehampiran ke kawasan pertanian
- Nisbah jiran yang membangun

- Peratus jiran yang membangun sebagai kawasan komersil
- Peratus jiran yang membangun sebagai kawasan perumahan
- Peratus jiran yang membangun sebagai kawasan industri

Faktor-faktor penentu dalam pembangunan guna tanah yang dibincangkan di atas akan ditentukan kepentingannya. Seterusnya factor-faktor ini akan bertindak sebagai pembolehubah-pembolehubah bebas bagi tujuan pemodelan guna tanah komersil.

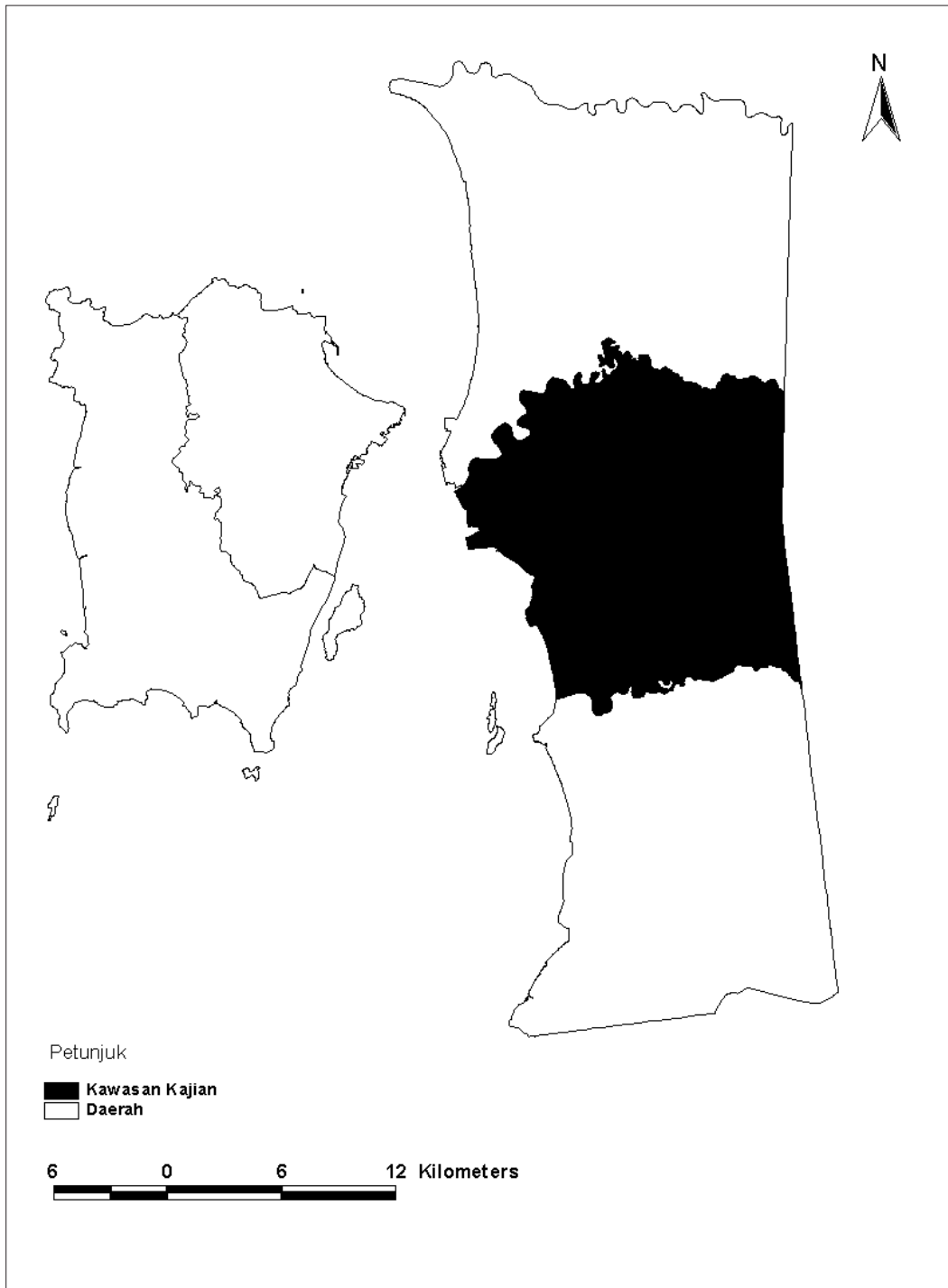
2.3 Pengujian Model

Model yang telah dibentuk perlu diuji bagi memastikan pengkelasan yang dihasilkan dapat memberikan maklumat yang berguna mengenai kumpulan yang diasingkan. Pegujian ketepatan pengkelasan model asal berbanding dengan satu set data yang berbeza boleh dilaksanakan dengan dua cara iaitu dengan menggunakan dua sampel data yang mengandungi maklumat yang sama iaitu satu sampel data untuk membentuk model dan satu sampel lagi digunakan bagi menguji model asal. Cara kedua ialah dengan menggunakan satu sampel data yang besar dan dibahagikan kepada dua bahagian iaitu satu bahagian untuk pembentukan model dan bahagian kedua digunakan untuk menguji model. Secara perbandingan, kaedah yang kedua memerlukan sampel data yang besar (Norusis, 1993). Di dalam kedua-dua pendekatan pengujian model ini, pekali dan pemalar yang terhasil daripada model asal akan digunakan bagi mengira nilai diskriminan dan menentukan kumpulan sampel kedua. Keputusan pengkelasan yang didapati akan dibandingkan dengan model asal.

3.0 METODOLOGI

3.1 Kawasan kajian

Bagi tujuan pengimplementasian model yang telah dibentuk, daerah Seberang Perai Tengah, Pulau Pinang telah dipilih sebagai kawasan kajian (Rajah 2). Daerah Seberang Perai Tengah dipilih untuk tujuan pemodelan pembangunan guna tanah komersil kerana kawasan ini mempunyai potensi untuk membangun pada masa depan. Perkembangan pesat yang berlaku di Seberang Perai bermula sejak awal tahun 1970an sehingga 1990an. Tambahan pula kawasan Metropolitan Butterworth-Bukit Mertajam telah dan sedang menerima kesan langsung daripada limpahan pembangunan Metropolitan George Town dan Negeri Pulau Pinang (MPSP, 1993). Kawasan Seberang Perai dilihat sebagai kawasan yang masih mempunyai simpanan tanah yang luas untuk menampung keperluan-keperluan dalam proses urbanisasi dan pertambahan bilangan penduduk di masa akan datang. Selain daripada itu, wujudnya kedapatan data ruangan (rekod kebenaran merancang) yang boleh menjimatkan masa untuk tujuan pembangunan pangkalan data ruangan. Seterusnya,



Rajah 2 Lokasi Kawasan Kajian

beberapa maklumat digital seperti lot tanah dan jaringan jalan raya juga telah tersedia ada bagi kawasan ini.

3.2 Pemilihan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pembangunan Guna Tanah Komersil bagi Pembentukan Model

Di dalam kajian ini, sebanyak sebelas faktor yang mungkin mempengaruhi pembangunan guna tanah komersil telah dikenal pasti iaitu sepuluh faktor yang melibatkan pertalian lokasi kawasan komersil dengan aktiviti-aktiviti lain dan satu faktor terdiri daripada jenis guna tanah bukan pembangunan-lihat (Jadual 1). Tiada faktor fizikal digunakan dalam model yang dibentuk kerana hampir 95% daripada kawasan kajian terletak di kawasan rata yang mempunyai kecerunan kurang 5%. Manakala keadaan geologi dan tanah pula tidak dapat diambil kira kerana ketiadaan data geologikal terperinci bagi kawasan kajian.

Jadual 1 Set lengkap pembolehubah-pembolehubah bebas dan sumber data elemen

| Pembolehubah | Data elemen yang diperlukan |
|--|-----------------------------|
| Kehampiran ke pusat bandar | Peta bandar |
| Kehampiran ke kawasan komersil | Guna tanah |
| Kehampiran ke jalan raya utama | Jalan raya |
| Kehampiran ke jalan raya kedua | Jalan raya |
| Kehampiran ke kawasan industri | Guna tanah |
| Kehampiran ke kawasan pertanian | Guna tanah |
| Kehampiran ke kawasan pertanian | Guna tanah |
| Nisbah jiran yang membangun | Guna tanah |
| % jiran yang membangun sebagai kawasan komersil | Guna tanah dan lot tanah |
| % jiran yang membangun sebagai kawasan perumahan | Guna tanah dan lot tanah |
| % jiran yang membangun sebagai kawasan industri | Guna tanah dan lot tanah |

3.3 Pangkalan Data Ruangan

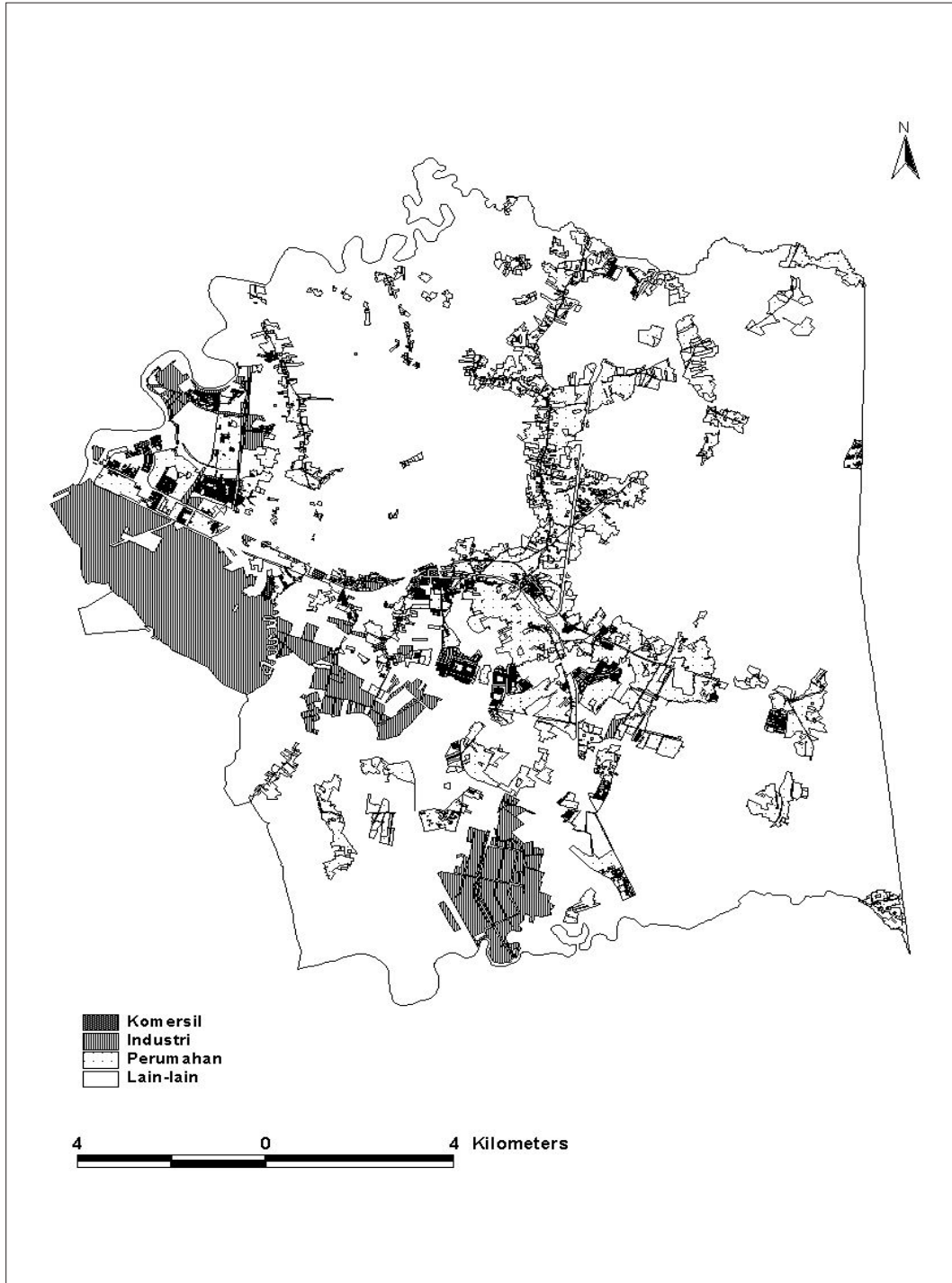
Kajian ini melibatkan kawasan seluas 23679.6 hektar (236.7 km persegi) dan mengandungi sebanyak 80662 lot tanah. Walau bagaimanapun, bagi tujuan analisis pengkaji hanya menggunakan sebanyak 5823 sampel (lot tanah) yang dipilih secara rawak. Satu pangkalan data geografi telah diwujudkan bagi tujuan menyokong dan memenuhi keperluan data bagi sebelas faktor yang telah dikenal pasti sebagai faktor yang mungkin berpengaruh dalam pembangunan guna tanah komersil. Proses

pengumpulan data bagi kajian ini melibatkan tempoh jangka masa dari 1992 hingga 1998. Daripada tempoh jangka masa ini, ia dibahagikan kepada dua siri masa iaitu dari 1992 hingga 1994 dan dari 1995 hingga 1998. Pembahagian masa tersebut bertujuan untuk melihat perubahan guna tanah yang terjadi dalam tempoh masa tersebut dan mengesan corak pembangunan guna tanah komersil di kawasan kajian. Data guna tanah ini diperoleh daripada rekod Kebenaran Merancang (1992 hingga 1998). Manakala data sekunder berbentuk ruangan yang lain seperti pengangkutan dikumpulkan daripada Majlis Perbandaran Seberang Perai.

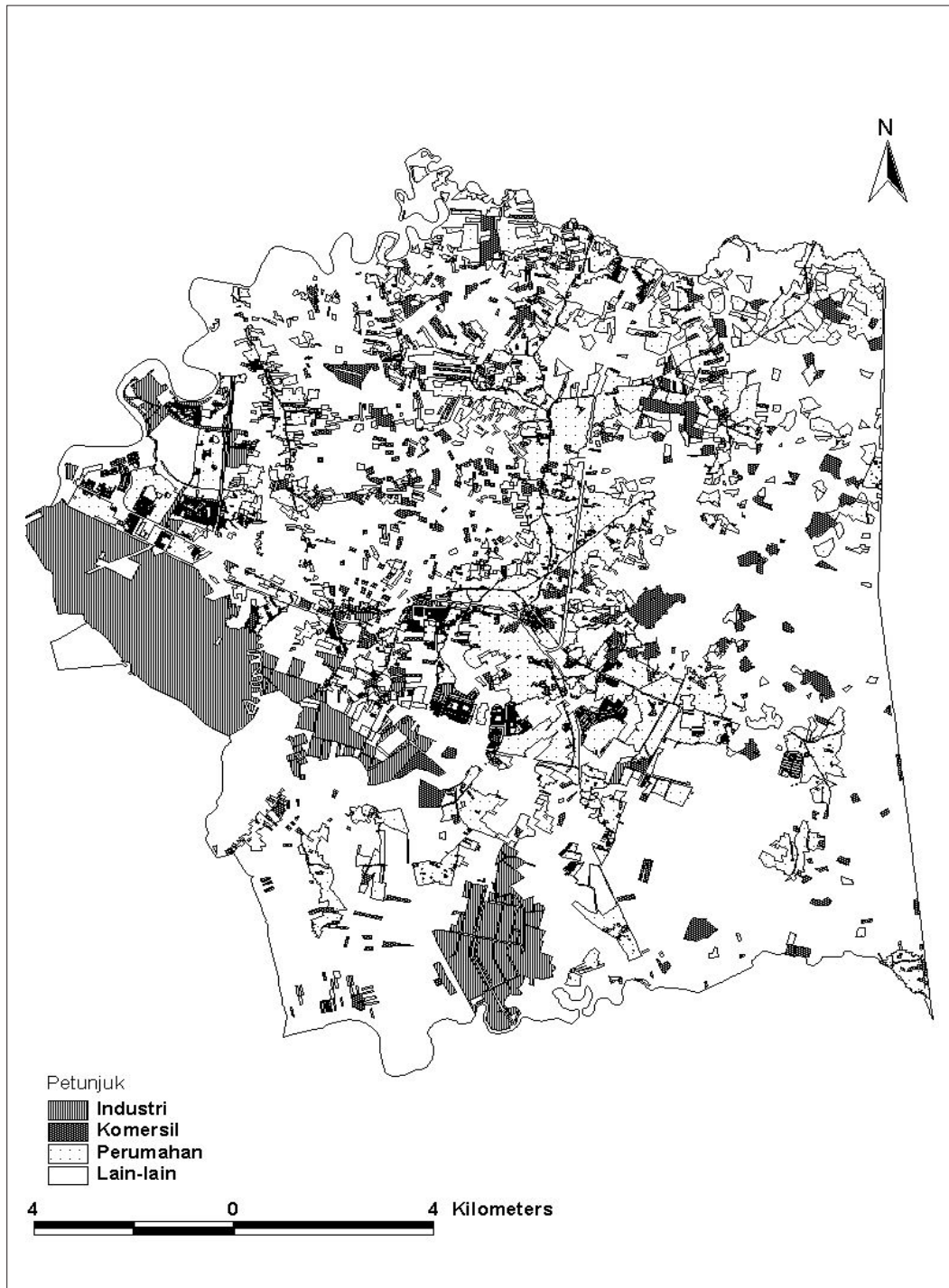
Proses seterusnya ialah proses memasukkan data-data ini ke dalam format perisian GIS. Tujuannya ialah untuk menjana maklumat yang diperlukan bagi pemodelan guna tanah. Pada peringkat ini aspek penting yang harus ditekankan adalah berhubung dengan pemilihan perisian bagi melaksanakan tugas-tugas tersebut. Kriteria-kriteria yang dipertimbangkan ialah berdasarkan kepada keupayaannya menyokong analisis yang dijalankan, ketersediaan sistem tersebut di Unit Geo-Informatik, PPIK dan kebiasaan dan kemahiran pengkaji dengan perisian tersebut. Dalam kajian ini, pengkaji menggunakan perisian GIS ArcView 3.1 dimana proses menginput data dijalankan menggunakan pendigitan secara manual di dalam ArcView 3.1. Rajah 3, Rajah 4 dan Rajah 5 menunjukkan peta guna tanah asas bagi tiga jangka masa iaitu 1992, 1994 dan 1998. Selain daripada maklumat guna tanah, maklumat ruangan lain yang penting dalam menentukan letakan sesuatu aktiviti komersil ialah ketersediaan kemudahan jalan raya dikawasan kajian. Maklumat ini didigitkan bagi membentuk pangkalan data seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 6.

Operasi-operasi ruangan GIS digunakan untuk menjana data-data ruangan yang diperlukan bagi tujuan pembentukan model. Antara analisis ruangan yang digunakan termasuklah analisis jarak dan kedekatan, analisis kejiranan, analisis pemilihan/pengkelasan dan operasi tindanan peta. Walaupun analisis kejiranan adalah penting dalam pelbagai aplikasi, namun perisian-perisian GIS yang menggunakan data model berbentuk vektor tidak menyediakan keupayaan analisis kejiranan. Bagi tujuan tersebut pengkaji telah menggunakan program komputer (Avenue) yang telah dibangunkan. Program komputer ini mengenal pasti dan menjana bilangan jiran (lot) yang telah dibangunkan untuk berbagai jenis pembangunan guna tanah. Dalam kajian ini, cuma jiran-jiran yang dibangunkan sebagai guna tanah bandar iaitu perumahan, komersil dan perindustrian diambil kira.

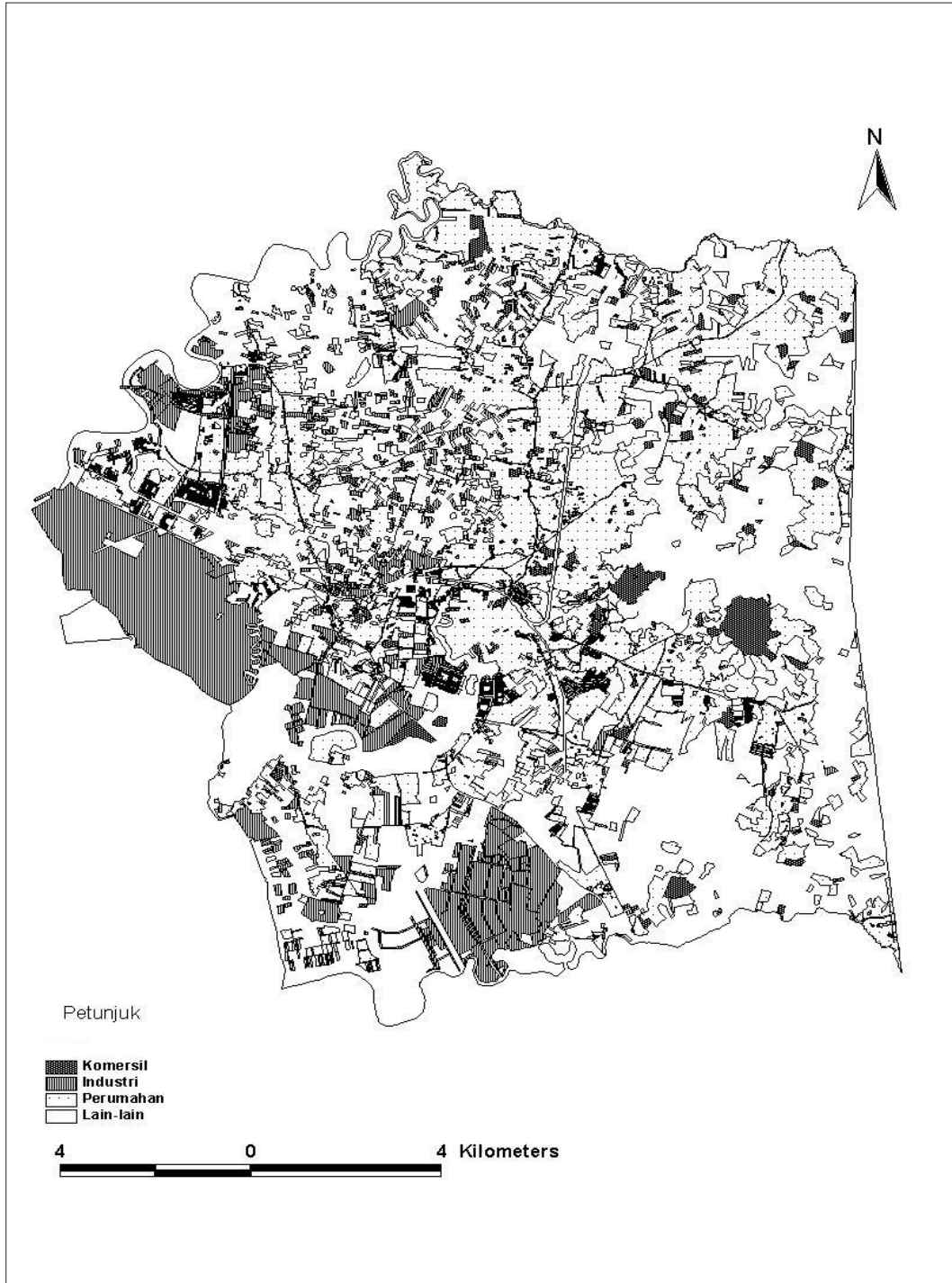
Seperti yang telah dijelaskan sebelum ini, Analisis Diskriminan digunakan dalam kajian ini bagi mengasingkan kawasan kajian kepada tiga kumpulan: kawasan tidak membangun, kawasan yang membangun sebagai kawasan komersil dan kawasan bagi pembangunan-pembangunan lain. Model yang dibangunkan ini adalah berdasarkan kepada 5823 sampel (lot tanah). Daripada 5823 sampel ini jumlah lot bagi kumpulan satu ialah 2973 (51.1%), kumpulan dua ialah 793 (13.6%) dan kumpulan tiga ialah 2057 (35.3%). Perisian statistik "SPSS for Windows Release 10.0" digunakan



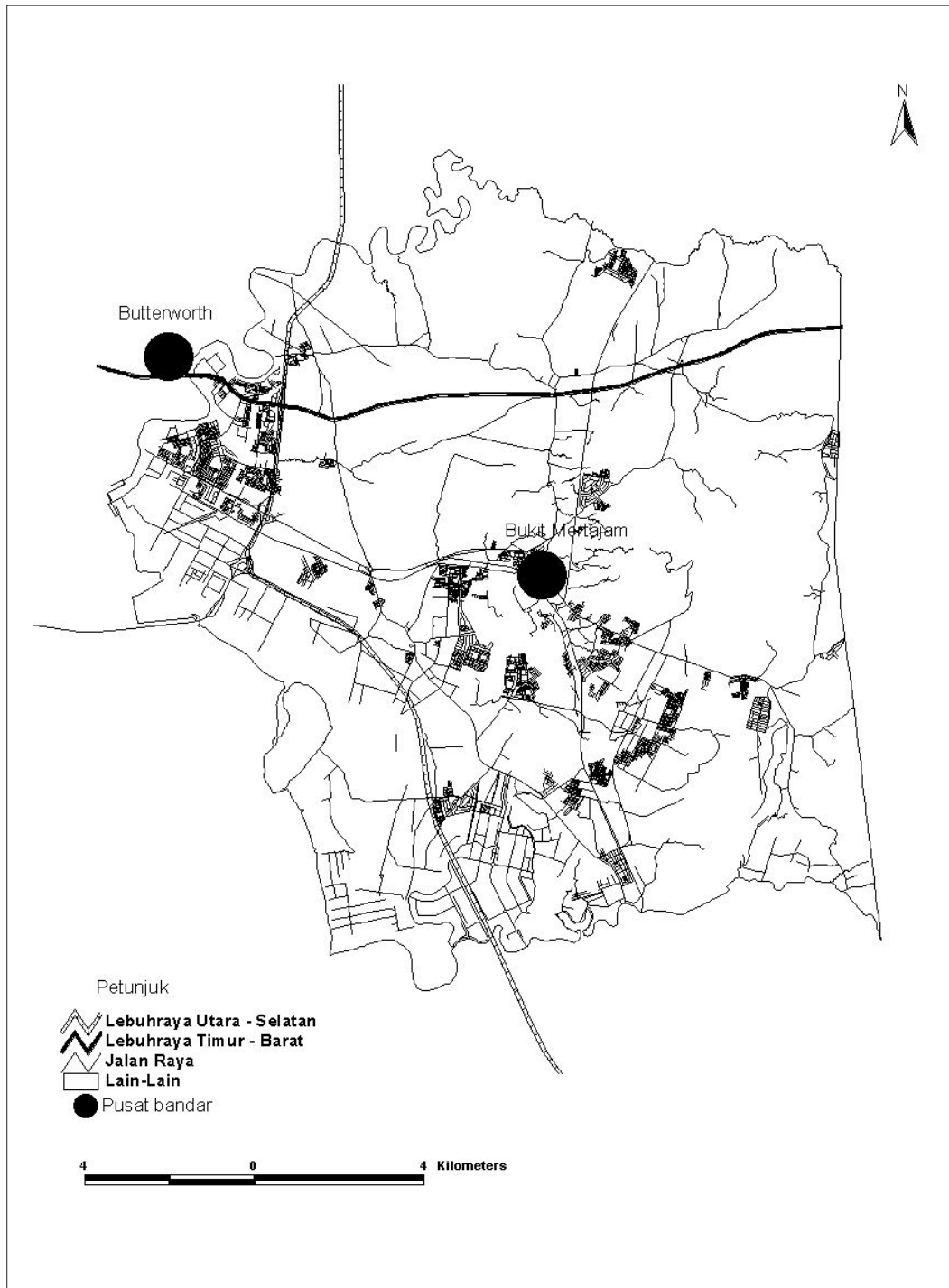
Rajah 3 Guna Tanah di Seberang Perai Tengah, 1992



Rajah 4 Guna Tanah di Seberang Perai Tengah, 1994



Rajah 5 Guna Tanah di Seberang Perai Tengah, 1998



Rajah 6 Jalan raya dan pusat bandar di kawasan kajian

bagi menjalankan analisis ini. Perisian ini menyediakan enam kaedah bagi mengira nilai diskriminan (discriminant score). Kaedah-kaedah tersebut ialah memasukkan semua pembolehubah secara serentak dan lima kaedah analisis berlangkah iaitu Wilk's Lamda, Unexplained Variance, Mahalanobis Distance, Smallest F-ratio, dan Rao's V (Norusis, 1993). Dalam kajian ini, kaedah Smallest F-ratio telah digunakan dimana bagi setiap pembolehubah bebas yang mempunyai nilai statistik F yang terkecil dimasukkan dahulu ke dalam model. Nilai F yang dipilih ialah 0.05. Ini bermakna hanya pembolehubah yang mempunyai tahap kesingnifikanan 0.05 sahaja akan dimasukkan ke dalam analisis. Semua data yang diperlukan bagi tujuan pemodelan adalah diimport daripada ArcView 3.1 ke dalam pakej statistik SPSS sebagai format file dBASE.

4.0 HASILAN MODEL

Daripada kaedah analisis berlangkah yang dijalankan, didapati semua faktor yang digunakan adalah penting dalam mendiskriminasikan kumpulan-kumpulan pembangunan tersebut. Jadual 2 menunjukkan pekali dan pemalar bagi fungsi diskriminan tidak piawai yang diperolehi daripada model asal. Nilai bagi pemalar dan pekali bagi setiap pembolehubah bebas dimasukkan ke dalam persamaan 3 dan 4 bagi mengira nilai diskriminan. Persamaan ini boleh dinyatakan sebagai:

Jadual 2 Pekali dan Pemalar daripada Fungsi Diskriminan Tidak Piawai

| Pembolehubah | Keterangan | Fungsi 1 | Fungsi 2 |
|---------------------|--|-----------------|-----------------|
| X ₁ | Kehampiran ke kawasan pertanian | .00029 | .00011 |
| X ₂ | Kehampiran ke jalan utama | -.00015 | .00044 |
| X ₃ | Kehampiran ke jalan kedua | -.00011 | -.00010 |
| X ₄ | Kehampiran ke pusat bandar | -.00015 | -.00001 |
| X ₅ | Kehampiran ke kawasan komersil | .00008 | -.00020 |
| X ₆ | NisKehampiran ke kawasan perumahan | .00033 | .00146 |
| X ₇ | Kehampiran ke kawasan industri | .00033 | .00009 |
| X ₈ | Nisbah jiran yang membangun | .00010 | -.09274 |
| X ₉ | % Jiran yang membangun sebagai kawasan perumahan | .34549 | -.14842 |
| X ₁₀ | % Jiran yang membangun sebagai kawasan komersil | -.36098 | -1.44904 |
| X ₁₁ | % Jiran yang membangun sebagai kawasan industri | .49056 | -.75505 |
| | Pemalar | -.72608 | -2.05831 |

$$\begin{aligned} \text{Fungsi 1} = & -.72608 + .00029X_1 + .00015X_2 + -.00011X_3 + -.00015X_4 + \\ & .00008X_5 + .00033X_6 + .00010X_7 + .00913X_8 + .34547X_9 + \\ & -.36098X_{10} + .49506X_{11}. \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{Fungsi 2} = & -2.05831 + .00011X_1 + -.00044X_2 + -.00010X_3 + -.00001X_4 + \\ & -.00020X_5 + .00146X_6 + .00009X_7 + .09274X_8 + -.14842X_9 + \\ & -1.44904X_{10} + -.75505X_{11}. \end{aligned} \quad (4)$$

Seterusnya nilai diskriminan yang diperoleh daripada fungsi 1 dan fungsi 2 di atas digunakan bagi menentukan kumpulan bagi lot-lot yang dinilai. Penentuan kumpulan boleh dibuat dengan membuat perbandingan nilai diskriminan dengan min kumpulan. Jadual 3 menunjukkan min kumpulan yang diperoleh daripada model asal. Fungsi 1 berguna dalam mengasingkan kumpulan 1 daripada kumpulan 2 dan kumpulan 3. Ini kerana min bagi kumpulan 1 adalah positif sedangkan min bagi kumpulan 2 dan kumpulan 3 adalah negatif. Daripada jadual ini, didapati bahawa Fungsi 2 pula berguna bagi tujuan mengasingkan kumpulan 2 daripada kumpulan 1 dan kumpulan 3. Ini kerana min bagi kumpulan 1 dan kumpulan 3 adalah positif sedangkan min bagi kumpulan 2 pula adalah negatif. Oleh itu, kes-kes yang mempunyai nilai diskriminan yang positif bagi Fungsi 1 ($X > 0.0$) akan dikelaskan sebagai kumpulan 1. Dengan tidak mengambil kira kes yang telah ditetapkan sebagai kumpulan 1, maka kes-kes yang mempunyai nilai diskriminan yang negatif bagi Fungsi 2 dikelaskan sebagai kumpulan 2 manakala selebihnya sebagai kumpulan 3.

Jadual 3 Min Kumpulan di peroleh daripada Analisis Diskriminan

| Kumpulan | Fungsi 1 | Fungsi 2 |
|----------|----------|----------|
| 1 | .89696 | .02073 |
| 2 | -.82942 | -.98905 |
| 3 | -.97662 | .35134 |

Jadual 4 menunjukkan ketepatan pengkelasan model asal ini dimana ketepatan adalah tinggi bagi kumpulan 1 (87.0 %) berbanding kumpulan 3 (63.7 %) dan kumpulan 2 (58.9 %). Daripada kumpulan 2 didapati sebanyak 22.7 % telah disalah kelaskan sebagai kawasan pembangunan lain. Keadaan ini wujud kerana kemungkinan faktor-faktor yang dikenal pasti mengalami kekeliruan dalam membezakan pembangunan guna tanah komersil dengan pembangunan lain. Seperti yang dinyatakan di atas ketepatan bagi kumpulan 3 juga tidak jauh berbeza dengan kumpulan 2 iaitu 63.7 % telah dikelaskan dengan betul dan 15.3 % pula telah dikelaskan sebagai kumpulan 2. Sungguhpun begitu, ketepatan pengkelasan model secara

Jadual 4 Peratus Ketepatan Pengkelasan Menggunakan Model Asal

| Kumpulan sebenar | Jumlah lot | Kumpulan yang diramal | | |
|------------------|------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Kumpulan 1 | 2856 | 2856 (87.5%) | 186 (6.3%) | 201 (6.8%) |
| Kumpulan 2 | 793 | 146 (18.4%) | 467 (58.9%) | 180 (22.7%) |
| Kumpulan 3 | 2057 | 431 (21.0%) | 315 (15.3%) | 1311 (63.7%) |

Peratus kumpulan yang dikelaskan dengan tepat: 74.9%.

keseluruhannya adalah tinggi iaitu 74.9%. Ini bermakna, kesemua kriteria-kriteria yang dikenal pasti dapat mendiskriminasikan ketiga-tiga kumpulan tersebut.

5.0 PENGUJIAN MODEL GUNA TANAH KOMERSIL TERHASIL

Model asal pembangunan guna tanah komersil ini telah dibentuk dengan mengambil kira perubahan guna tanah dari tahun 1992 hingga 1994 sebagai input kepada analisis diskriminan. Bagi menguji keberkesanan model yang telah dibentuk, pengujian ketepatan pengkelasan model dibuat dengan satu set data sampel dari pada perubahan guna tanah sebenar antara tahun 1995 hingga 1998. Pembahagian kes di dalam set data ini seperti berikut: kumpulan 1 (kawasan tidak membangun) sebanyak 2433 lot (43.2%), pembangunan guna tanah komersil (kumpulan 2) sebanyak 450 lot (8.0%) dan kawasan pembangunan guna tanah lain (kumpulan 3) sebanyak 2753 lot (48.8%). Pengujian yang dijalankan ini sebahagian besarnya telah dilaksanakan di dalam operasi GIS bagi mendapatkan nilai faktor-faktor (pembolehubah bebas) yang mempengaruhi pembangunan guna tanah komersil. Semua pekali bagi pembolehubah bebas dan pemalar telah didarabkan dengan nilai-nilai pembolehubah bebas yang telah dihasilkan bagi mendapatkan nilai diskriminan bagi setiap lot. Ini dijalankan menggunakan fungsi analisis berjadual dalam perisian GIS ArcView 3.1. Jadual 5 menunjukkan hasil pengujian ketepatan pengkelasan jenis pembangunan guna tanah model yang dibentuk.

Ketepatan pengkelasan secara keseluruhan yang diperoleh adalah baik iaitu 98.6%. Di dalam pengkelasan menggunakan set data sampel, kumpulan guna tanah komersil (kumpulan 2) mempunyai ketepatan yang amat baik iaitu 99.1%. Ianya jelas menunjukkan bahawa faktor-faktor yang digunakan adalah penting dalam mendiskriminasikan kumpulan ini. Pengkelasan menggunakan set data sampel bagi kawasan pembangunan lain (kumpulan 3) mempunyai ketepatan 98.8% dan 1.7%

Jadual 5 Peratus Ketepatan Pengujian Pengkelasan Model

| Kumpulan sebenar | Jumlah lot | Kumpulan yang diramal | | |
|------------------|------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Kumpulan 1 | 2433 | 2403 (98.8%) | 30 (1.2%) | 0 (0%) |
| Kumpulan 2 | 450 | 4 (0.9%) | 446 (99.1%) | 0 (0%) |
| Kumpulan 3 | 2753 | 46 (1.7%) | 0 (0%) | 2707 (98.3%) |

Peratus kumpulan yang dikelaskan dengan tepat: 98.6%.

telah dikelaskan sebagai kawasan komersil. Begitu juga dengan kawasan yang tidak membangun (kumpulan 1) mempunyai ketepatan yang baik iaitu 98.8%.

6.0 RUMUSAN KAJIAN

Kajian ini telah berjaya menunjukkan peranan GIS dalam menjana data bagi pemodelan pembangunan guna tanah komersil. Pada peringkat awal kajian, GIS telah digunakan secara sepenuhnya bagi penyediaan pangkalan data yang di perlukan. Pangkalan data ini penting bagi tujuan mengesan perubahan guna tanah yang berlaku di Seberang Perai Tengah dalam jangka masa 1992 hingga 1998.

Seterusnya keupayaan GIS dalam menganalisis dan mengurus data ruangan dan bukan ruangan telah dipertingkatkan lagi dengan memasukkan aspek pemodelan ruangan iaitu melalui penggunaan analisis statistik (analisis diskriminan). Namun begitu, fungsi GIS bukan sekadar alat penyediaan data bagi tujuan analisis statistik, tetapi GIS berperanan lebih jauh lagi. Output daripada analisis statistik dimasukkan semula ke dalam GIS bagi tujuan pengagihan guna tanah komersil ke kawasan yang berpotensi untuk pembangunan.

Daripada kajian yang telah dijalankan dapatlah disimpulkan bahawa keupayaan GIS dalam mengolah dan menganalisis data ruangan dan bukan ruangan boleh digunakan dalam menyelesaikan masalah ruangan yang semakin kompleks. Masalah untuk mendapatkan data guna tanah yang konsisten dan terkini dapat diatasi dengan menggunakan data rekod kebenaran merancang yang boleh diperolehi di setiap Majlis Perbandaran di setiap negeri masing-masing. Menerusi data yang tersedia ada dan kemas ini, keupayaan GIS boleh dipertingkatkan dengan menggabungkannya dengan analisis statistik. Kajian ini telah menunjukkan bahawa GIS boleh memainkan peranan penting dalam pembentukan model pembangunan guna tanah komersil dengan hasil yang memuaskan. Hasil yang sedemikian boleh membantu

perunding atau juru rancang dalam merangka pembangunan guna tanah masa depan. Adalah diharapkan kajian ini dapat menjadi pemangkin kepada penggunaan GIS dan model guna tanah yang lebih meluas di negara ini terutamanya dalam penyediaan pelan pembangunan guna tanah seperti Rancangan Struktur atau Pelan Spatial Negara.

BIBLIOGRAFI

- Chapin, F. Stuart dan Kaiser, J. Edward. 1979. *Urban Land Use Planning*. Urbana: University of Illinois Press.
- Hair, Joseph F Jr, Rolph E. Anderson, Ronald L. Tatham, William C. Black. 1992. *Multivariate Data Analysis with Readings*. edisi ketiga, New York: Macmillan Publishing Company.
- Landis, J. D., dan Ming, Zhang. 1997. *Modeling Urban Land Use Change: The Next Generation of the California Urban Futures Model*. http://ncgia.ucsb.edu/conf/landuse97/papers/landis_john/paper.html
- Landis, J.D. 1994. "The California Urban Model: a New Generation of Metropolitan Simulation models". *Environment and Planning B: Planning and Design*. 21: 399-420.
- Lillesand, Thomas M. dan Ralph W. Keifer. 1987. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Edisi kedua, New York: John Wiley & Sons.
- Norusis, M.J. 1993. *SPSS for Windows Professional Statistics, Release 6.0*. Chicago: SPSS Inc.
- Rancangan Struktur. 1993. Warta Kerajaan, *Majlis Perbandaran Seberang Perai*. Jilid 37.
- Ruslan Rainis. 1991a. *Linking Land Capability/Suitability Analysis with Environmental Models Using Geographic Information Systems: An Iterative Modelling Approach*. The Ohio State University, Columbus, Ohio, disertasi Ph.D, (tidak diterbitkan)
- Tobler, W.R. 1979. "Cellular Geography". *Philosophy in Geography*. S.Gale dan Olsson G. (penyunting), Dordrecht, Holland: D. Reidel Publishing Company.
- Tomlin, C. Dana dan Kevin M. Johnston. 1988. "An Experiment in Land-use Allocation with a Geographic Information Systems". *Proceedings of the Annual Meeting of the American Congress on Surveying and Mapping*. 5:23-24.