



**PENCARIAN KAWASAN POTENSI AIR  
BUMI DI DAERAH BATU PAHAT  
MENGUNAKAN SISTEM MAKLUMAT  
GEOGRAFI (GIS)**

**MASIRI K  
MOHAMAD FAIZAL T B  
WONG W C**

**PROSIDING KEBANGSAAN AWAM 2007  
29 – 31 MEI 2007  
LANGKAWI KEDAH**

## Pencarian Kawasan Potensi Air Bumi di Daerah Batu Pahat Menggunakan Sistem Maklumat Geografi (GIS)

Masiri K, Mohamad Faizal T. B., Wong W. C.

Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Sekitar, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia,  
86400 Parit Raja, Batu Pahat, Johor Darul Ta'zim, Malaysia

### Abstrak

Air bumi merupakan salah satu alternatif untuk mendapatkan sumber air bagi menampung permintaan pertambahan air di Malaysia. Kekangan utama dalam kajian eksplorasi air bumi adalah menggunakan kaedah konvensional seperti kaedah *ground based surveys*, *surface electrical resistivity* dan *exploratory drilling* yang tidak ekonomi dan memakan masa. Dalam membantu proses eksplorasi ini, teknologi Sistem Maklumat Geografi (GIS) telah dipraktikkan dengan mengintegrasikan data ruangan dan data atribut dengan menggunakan perisian *ArcView v3.2*. Pengintegrasian dan penganalisaan lapisan-lapisan data ruang melibatkan peta guna tanah, jenis tanah, ketumpatan lineamen, keamatan hujan, ketumpatan saluran, ketinggian dan kecerunan. Teknik ini telah berjaya menghasilkan peta kawasan potensi air bumi di Daerah Batu Pahat. Perbandingan data bore hole yang diperolehi dari Jabatan Mineral dan Geosains Johor dengan peta potensis air bumi yang dihasilkan menunjukkan terdapat persamaan dari segi hasil yang dijangkakan. Ini menunjukkan bahawa teknik GIS ini sangat praktikal untuk digunakan dalam meramal kedudukan potensi air bumi.

*Kata kunci:* Sistem Maklumat Geografi (GIS), potensi air bumi

### 1.0 Pengenalan

Air bumi adalah sumber air yang tersembunyi di bawah dasar bumi. Proses pencari-galian air bumi di suatu kawasan banyak bergantung kepada keporosan tanah dan eksplorasi ini memerlukan perancangan serta pemetaan pelbagai unit peta litologi serta penentuan parameter seperti ketumpatan saluran, jenis tanah, kecerunan dan sebagainya. Penentuan sebegini memainkan peranan penting dalam mengira parameter hidrologi, di mana ia akan membawa kefahaman tentang situasi air bumi. Kajian lanjut tentang pengaruh sesuatu parameter terhadap kewujudan air bumi amat perlu untuk memudahkan eksplorasi serta eksploitasi yang berkesan terhadap air bumi. (Krishnamurthy *et al.* 1996) Kepelbagaian parameter permukaan bumi yang dianalisis dari pelbagai jenis peta seperti peta hidrologi, litologi, guna tanah dan sebagainya boleh diintegrasikan dengan aplikasi sistem maklumat geografi (GIS)

untuk menggangarkan kawasan yang berpotensi wujudnya air bumi.

Pada masa ini terdapat pelbagai kaedah konvensional yang digunakan untuk tujuan kajian dan pemantauan air bumi. Antaranya adalah kaedah *ground based surveys*, *surface electrical resistivity* dan *exploratory drilling*. Kebiasaannya semua kaedah tersebut menggunakan peta serta data geologi dalam bentuk salinan keras, keburukannya adalah salinan keras ini mungkin akan rosak, terkoyak, atau hilang jika tidak dijaga dengan sempurna. Selain itu, ia mengambil masa yang lama untuk mencari data-data yang diperlukan, dan jika data-data tersebut hilang ia perlu dijalankan kerja-kerja pemantauan dan kajian ulangan, ini menyebabkan pembaziran dari segi masa dan kos. Berdasarkan peningkatan kos pengangkutan dan peralatan, kadar harga bagi menjalankan sesuatu kajian atau pemantauan air bumi masa kini mencecah ribuan ringgit. Oleh yang demikian ia dianggap sebagai tidak praktikal dan ekonomikal.

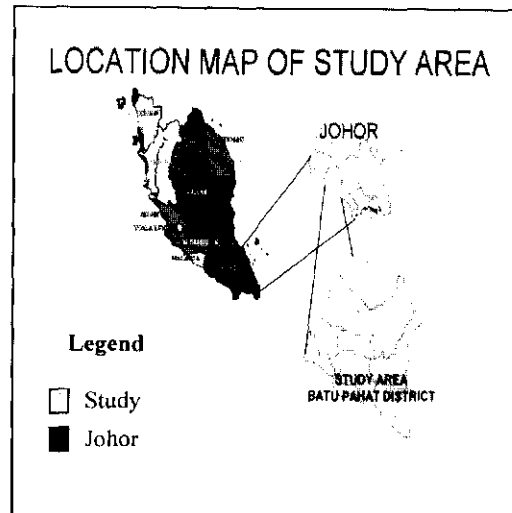
Berdasarkan masalah inilah, sistem maklumat geografi (GIS) dipraktikkan dalam kajian ini untuk memudahkan proses menentukan lokasi yang berpotensi wujudnya air bumi di kawasan Batu Pahat. Kelebihan utama menggunakan teknik ini adalah ia dapat menentukan lokasi yang sesuai secara efektif, cepat, dan murah. Selain itu dengan menggunakan aplikasi GIS, ia dapat menunjukkan segala data yang berkaitan seperti prospek, anggaran kuantiti serta kawasan yang berpotensi dengan tepat. Lantaran ia dapat mengurangkan kerja-kerja pencaharian serta kerja lapangan.

## 2.0 Material Dan Kaedah Kajian

### 2.1 Kawasan Kajian

Kawasan kajian meliputi kawasan jajahan Batu Pahat yang terdiri dari mukim Chaah Baru, Tanjung Sembrong, Sungai Punggor, Kampung Baharu, Sri Gading, Minyak Beku, Simpang Kanan, Perserai, Bagan, Lubok, Simpang Kiri, Linau, dan Sri Medan. Jenis peta yang digunakan untuk membina pangkalan data ini termasuklah peta guna tanah, peta jenis tanah, peta ketumpatan lineamen, peta keamatan hujan, peta ketumpatan saliran, peta ketinggian dan peta kecerunan. Seseengah daripada data ini dibeli dari Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM), manakala sebahagiannya perlu diterbitkan sendiri menggunakan perisian *Arcview* versi 3.2.

Kawasan kajian bagi projek ini adalah bertempat di daerah Batu Pahat Johor, dimana ia terletak pada longitud 102°45'E hingga 102°56'E and latitud 1°50' hingga 2°10' (Rajah 1). Kawasan ini dipilih berdasarkan kepada kepelbagaian bentuk rupa buminya, serta kepelbagaian ciri-ciri tanahnya. Jumlah keluasan bagi kawasan kajian ini adalah 196,041 hektar. Secara fizikalnya kawasan ini adalah rata secara keseluruhannya, kecuali sedikit kawasan beralun terutamanya di sebelah barat dan utara, dimana terdapat sedikit kawasan yang berbukit.



Rajah 1: Kawasan Kajian

### 2.2 Pangkalan Data Air Bumi

Dalam kajian ini, data ruang yang digunakan adalah peta guna tanah, peta keamatan hujan, peta jenis tanah, peta litologi dan pelbagai lagi jenis peta yang masing-masing perlu ditukar ke bentuk *Shapefile*. Sumber data spasial (peta asas) diperolehi dari Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM), Jabatan Mineral Dan Geosains dan Jabatan Meteorologi Terdapat juga data yang perlu diterbitkan dari peta dasar seperti peta keamatan lineamen, peta jenis tanah, peta kecuraman cerun dan peta keamatan saliran.

Pembangunan pangkalan data air bumi dilakukan bagi memastikan data dalam format digital ini ditransform ke dalam *shapefile* yang dapat dibaca oleh perisian *Arcview V3.2*, di mana fail dari jenis ini disediakan melalui penggunaan perisian *Mapinfo* yang dapat menukar file dari jenis DWG atau DXF dari perisian Autocad ke file *Shapefile*. Melalui proses ini lapisan data-data ini dipastikan dapat melakukan tindihan peta secara tepat merujuk kepada sistem kodinit rujukan RSO bagi semua jenis data yang terlibat. Disamping itu *script Avenue* pula digunakan sebagai antaramuka bagi membolehkan pengguna

dapat menggunakan perisian yang dibangunkan dengan mudah.

### 2.3 Penentuan Nilai Weightage

Dalam menentukan kepentingan sesebuah parameter terhadap kewujudan air bumi ini, kaedah analisis *weightage* digunakan, ia adalah sebuah kaedah yang mudah dan terus untuk menganalisa peta yang dilapiskan. Keberkesanan kaedah ini adalah bergantung kepada keputusan yang diambil oleh seseorang pengkaji.

*Weightage* mewakili kepentingan secara relatif sesebuah parameter terhadap kewujudan air bumi. Kaedah pelapisan indek *weightage* diambil kira sebagai sesuatu kaedah yang penting untuk menentukan kelas sesebuah parameter, tiada satu skala yang standard untuk kaedah ini, oleh itu untuk tujuan ini semua kriteria bagi analisis patut dianggap sebagai mempunyai nilai kepentingan yang tersendiri. (Saraf dan Choudhury, 1997).

Penentuan *weightage* ini dibuat melalui pembahagian borang soal selidik kepada pakar-pakar yang berkaitan dengan bidang-bidang geologi serta air bumi. Ini amat penting supaya kajian ini dapat dibuat dengan lebih tepat dan jitu.

Perjumlahan *weightage* ini dilakukan melalui kombinasi pelbagai jenis peta menjadi satu peta output, di mana data atributnya akan dijumlahkan. Ia adalah sebuah kaedah yang telah diubahsuai daripada model DRASTIC. Pendekatan kaedah DRASTIC ini dibangunkan oleh *National Water Well Association* yang berangkaian dengan *Environmental Protection Agency* (EPA) di Amerika Syarikat (Aller, L. et al., 1985) kaedah ini digunakan untuk menilai pencemaran air bumi. Singkatan DRASTIC ini adalah berdasarkan kepada tujuh jenis peta hidro geologik, iaitu: *Depth to Water*, *Net Recharge*, *Aquifer Media*, *Soil Media*, *Topography (slope)*, *Impact of the Vadose Zone Media and Hydraulic Conductivity*. Tahap pencemaran air bumi dikira berdasarkan nilai *weightage* yang telah

dijumlahkan. Formula yang digunakan adalah seperti dinyatakan dibawah:

$$\text{Indeks Pencemaran} = DrDw + RrRw + ArAw + SrSw + TrTw + Irlw + CiCw$$

Dimana D, R, A, S, T, I, C mewakili tujuh jenis parameter, r pula adalah kelas dan w adalah *weightage* yang akan ditentukan kepada setiap parameter. Dalam kajian ini model DRASTIC ini akan diubah kepada model potensi air bumi yang mana boleh ditulis sebagai:

$$AB = KH + LT + KL + GT + KT + KC + KS + JT$$

dimana:

- KH = Keamatan Hujan
- LT = Litologi
- KL = Keamatan Lineamen
- GT = Guna tanah
- KT = Ketinggian Topografi
- KEC = Kecuraman Cerun
- KS = Keamatan Saliran
- JT = Jenis Tanah

Hasil output tersebut dibahagikan kepada lima kelas iaitu paling bagus, sangat bagus, bagus, kurang bagus dan tidak bagus, bergantung kepada nilai jumlah keseluruhan *weightage* yang telah dicampurkan. Ia digambarkan dengan warna didalam peta output yang dihasilkan, dimana kepekatan sesebuah warna mewakili nilai julat jumlah *weightage* yang telah dicampurkan melalui kombinasi kesemua peta yang digunakan.

Untuk menentukan pelbagai zon yang berpotensi wujudnya air bumi, semua peta tematik akan disepadukan antara satu sama lain melalui perisian GIS menggunakan kaedah penjumlahan *weightage*. Melalui kaedah ini jumlah *weightage* pada semua peta yang berkaitan akan ditentukan melalui *weightage* yang telah didaftarkan kepada setiap lapisan peta berdasarkan kepentingan parameter tersebut terhadap kewujudan air bumi. (ESRI, 1998)

Setelah semua nilai *weightage* bagi sesebuah parameter dijumlahkan ia akan dibahagikan dengan jumlah responden yang memberikan nilai *weightage* tersebut, iaitu penentuan melalui kaedah nilai purata. Kaedah ini dipilih berdasarkan kepada caranya yang lebih ringkas serta lebih efisien. Persamaan nilai *weightage* ini adalah seperti yang ditunjukkan di bawah:

$$weightage = \frac{\sum Weightage}{\sum Responden}$$

Setelah melalui proses pengiraan nilai *weightage* ini, semua nilai parameter tersebut akan dijadualkan mengikut kategori masing-masing. Contohnya kategori jenis tanah terdiri daripada tanah dari jenis peat, keranji, lunas, holyrood, kulai, akob, dan sebagainya. Setiap jenis tanah tersebut mempunyai nilai *weightage* yang tersendiri berdasarkan pengiraan nilai purata *weightage* yang telah dikira.

Sistem *weightage* ini dipersembahkan dalam bentuk jadual seperti yang ditunjukkan pada jadual 1 hingga jadual 7. Kesemua nilai *weightage* ini akan didaftarkan ke dalam data atribut perisian *ArcView*, kemasukkan data atribut ini akan dibincangkan dalam bab analisis data.

**Jadual 1: Ketumpatan Lineamen**

Ketumpatan Lineamen (Km/Km <sup>2</sup> )	Weightage
0.0000010-0.0000015	50
0.0000005-0.0000010	39
0.0000001-0.0000005	26
< 0.0000001	16

**Jadual 2: Litologi**

Litologi	Weightage
Alluvium (Sand)	55
Alluvium (Clay)	30
Conglomerate	28
Sedimentary	36
Volcanic	21
Granite	17

**Jadual 3: Kecerunan**

Kecerunan (°)	Weightage
0-3°	55
4-9°	44
>10°	34

**Jadual 4: Ketumpatan Saliran**

Ketumpatan Saliran	Weightage
0.0000015-0.0000020	16
0.0000010-0.0000015	16
<0.0000010	17

**Jadual 5: Keamatan Hujan**

Keamatan Hujan (mm)	Weightage
2250-2500	59
2000-2250	50
1750-2000	41

**Jadual 6: Jenis Tanah**

Jenis Tanah	Weightage
Air	15
Batu Anam-Durian	12
Batu Anam-Malacca-Tavy	37
Briah-Organic Clay and Muck	12
Bungor-Munchong	15
Durian-Malacca-Tavy	40
Gajah Mati-Munchong Malacca	37
Holyrood-Lunas	30
KerANJI	16
Kulai-Yong Peng	12
Organic Clay and Muck	12
Peat	11
Prang	13
Rengam-Jerangau	32
Sedu-Pt.Botak-Linau	27
Segamat-Katong	12
Serdang-Bungor-Munchong	27

**Jadual 7: Ketinggian**

Ketinggian (m)	Weightage
<50	51
50-100	39
100-500	31
500-1000	21

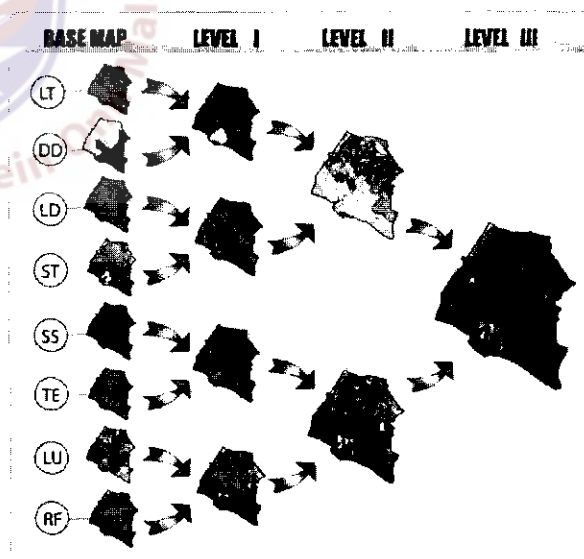
### 3.0 Keputusan dan Perbincangan

Peta potensi air bumi dihasilkan melalui proses *overlay*. Oleh itu terdapat banyak proses yang melibatkan penggunaan perisian *ArcView*, proses-proses ini termasuklah pendaftaran nilai *weightage* kepada parameter-parameter yang terlibat, proses *overlay*, proses perjumlahan nilai *weightage*, serta pengklasifikasian kelas *weightage* kepada lima kategori iaitu sangat bagus, bagus, sederhana, kurang bagus, dan tidak bagus. Pengklasifikasian ini disimbolkan dengan warna bagi setiap kategori yang ditentukan. Seterusnya hasil akhir peta tersebut dibandingkan dengan data *bore hole* untuk membuktikan keberkesanan serta kesahihan teknik GIS ini.

Nilai *weightage* yang dibangunkan daripada sistem *weightage* tersebut didaftarkan ke dalam data atribut bagi setiap peta dasar yang digunakan. Pendaftaran nilai *weightage* ini dibuat menggunakan perisian *ArcView* keatas data spatial yang digunakan.

#### 3.1 Proses Overlay

Setelah semua peta didaftarkan dengan nilai *weightage* yang diperoleh daripada sistem *weightage*, ia melalui proses yang seterusnya, iaitu proses *overlay*. Proses ini melibatkan penggunaan *geoprocessing* dalam aplikasi tambahan perisian *ArcView* iaitu *Extensions*. Secara umumnya kaedah *overlay* hanya boleh melapiskan dua jenis peta dalam sesuatu masa melalui kaedah *geoprocessing*-nya. Rajah 2 memberi gambaran tentang bagaimana proses *overlay* tersebut dilakukan dengan melakukan *overlay* keatas dua lapisan secara serentak sebanyak tujuh kali sehingga menghasilkan peta akhir iaitu peta potensi air bumi.



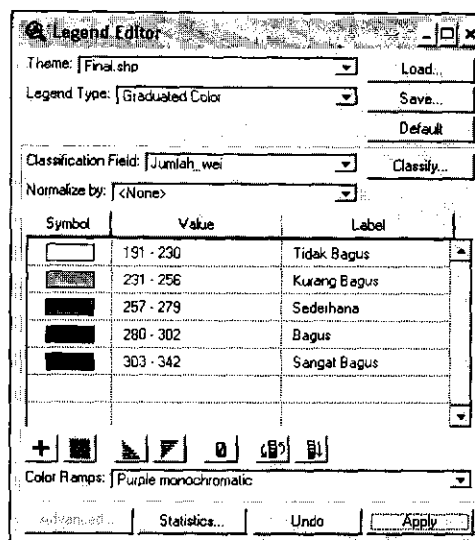
**Rajah 2: Proses Overlay**

Setiap peta yang telah di *overlay* mempunyai kedua-dua data atribut peta dasar. Data atribut ini termasuklah data

bagi *weightage* peta dasar, perjumlahan *weightage* ini dilakukan dengan menyunting data atribut dalam peta yang di *overlay* tersebut. Perjumlahan ini dilakukan setiap kali proses *overlay* dilakukan sehingga peta hasil akhir iaitu peta potensi air bumi dihasilkan.

Setelah hasil output akhir diperoleh, jumlah *weightage* keseluruhan ini akan dikelaskan kepada lima kategori, setiap kategori mewakili julat jumlah *weightage* tertentu seperti yang ditunjukkan dalam rajah 3, kategori paling bagus diwakili dengan nilai jumlah *weightage* antara 303 hingga 342, manakala kategori bagus pula diwakili dengan nilai *weightage* antara 280 hingga 302. seterusnya kategori sederhana diwakili oleh *weightage* 257 hingga 279, manakala kategori kurang bagus pula diwakili dengan nilai *weightage* antara 232 hingga 256, dan akhir sekali adalah kategori tidak bagus pula diwakili dengan nilai *weightage* antara 191 hingga 230.

Nilai 191 yang terdapat dalam kategori tidak bagus ini adalah nilai terkecil jumlah keseluruhan *weightage*, manakala nilai 342 pula adalah nilai terbesar jumlah keseluruhan *weightage*. Pengklasifikasian ini dibuat melalui kaedah menolak jumlah *weightage* tertinggi ini dengan jumlah *weightage* terendah, seterusnya dibahagikan dengan lima bahagian. Ini bermakna setiap kategori mempunyai julat jumlah *weightage* sebanyak 30.

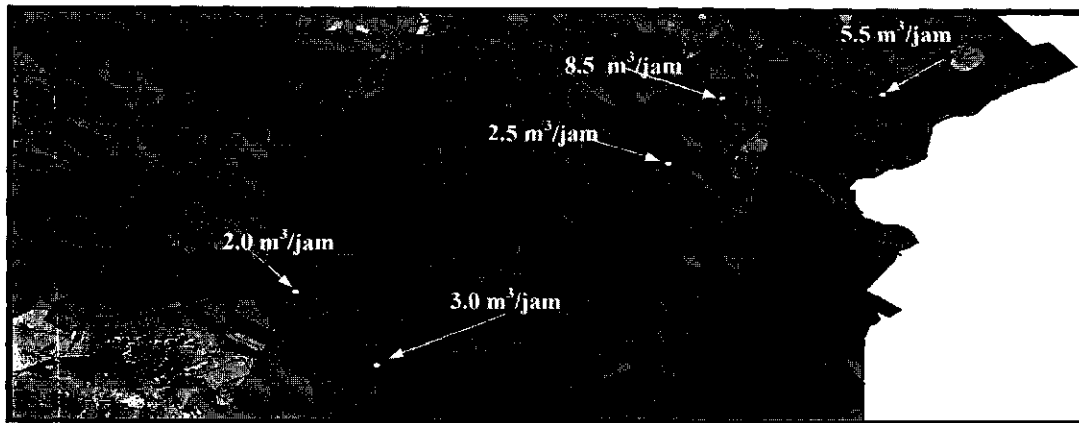


Rajah 3: Pengklasifikasian Output

### 3.2 Perbandingan Data Bore Hole

Hasil akhir peta potensi air bumi yang telah dihasilkan ini dibandingkan dengan data bore hole yang diperoleh daripada Jabatan Mineralogi dan Geosains Johor. Melalui pengamatan yang dilakukan didapati kawasan yang lebih cerah mempunyai kadar luahan yang lebih rendah berbanding kawasan yang lebih gelap. Daripada rajah 4 dapat disimpulkan bahawa analisis menerusi GIS ini sangat berkesan dalam menentukan lokasi potensi air bumi.

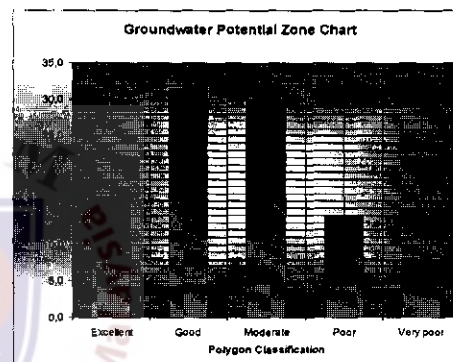
Selain perbandingan dengan data *bore hole*, didapati bahawa sebuah kawasan kilang air mineral juga terletak dalam kawasan tersebut iaitu kawasan yang ditunjukkan dengan anak panah yang mempunyai kadar luahan sebanyak 8.5 m<sup>3</sup>/jam. Rajah 5 menunjukkan gambar kilang air mineral yang terletak dalam lingkungan kawasan yang dikategorikan sebagai paling berpotensi wujudnya air bumi. Fakta ini memberi gambaran bahawa aplikasi teknik GIS ini sangat berkesan dan tepat dalam menentukan kawasan potensi air bumi ini.



Rajah 4: Perbandingan Data Bore Hole



Rajah 5: Kilang air mineral sedia ada di kawasan kajian



Rajah 6: Carta Klasifikasi Poligon

Hasil kajian yang telah dijalankan dengan merujuk rajah 6 mendapati bahawa 16.5 peratus kawasan tersebut dikategorikan sebagai kawasan yang sangat berpotensi, didapati bahawa kawasan yang sangat berpotensi ini terletak di kawasan yang rendah dan landai, serta mempunyai ciri-ciri tanah yang berkeporosan tinggi. Manakala 7.9 peratus daripada kawasan tersebut adalah diketektorikan kepada kawasan paling tidak berpotensi, faktor utama yang menjadikan kawasan ini paling tidak berpotensi adalah kerana faktor geologinya yang terdiri daripada batuan granit, serta ketinggian dan kecerunannya yang tinggi. Seperti mana yang diketahui batuan granit mempunyai nilai keporosan yang sangat rendah dan ia langsung tidak menyumbang kearah kewujudan air bumi.

#### 4.0 Kesimpulan

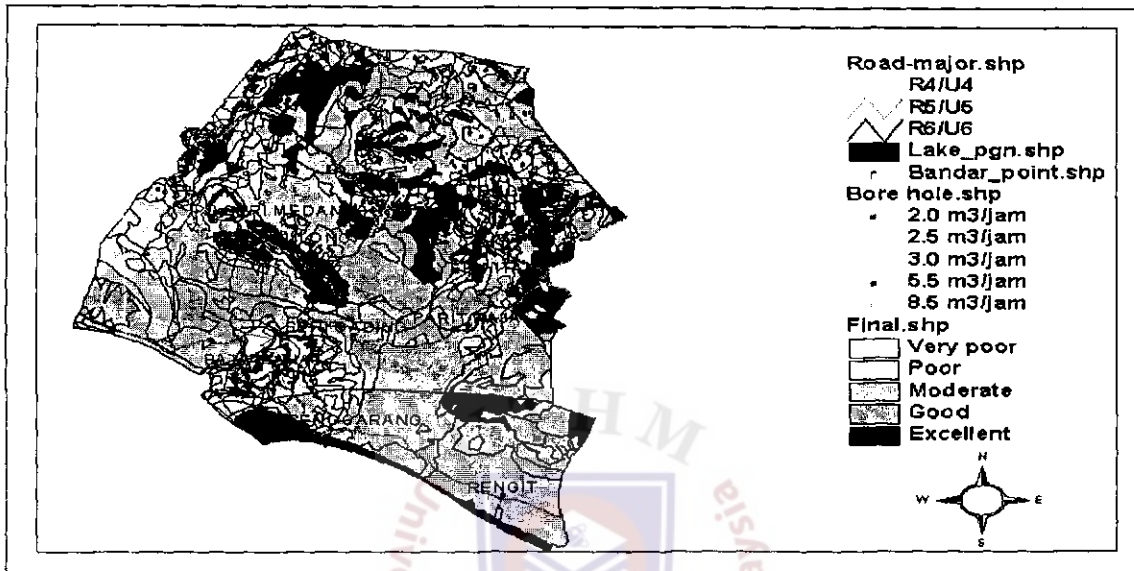
Kajian ini telah menghasilkan sebuah peta potensi air bumi di daerah Batu Pahat, menggunakan teknik GIS menerusi pengintegrasian pelbagai jenis peta dasar yang terdiri daripada peta litologi, ketunpatan saliran, ketunpatan lineamen, jenis tanah, guna tanah, kecerunan, keamatan hujan, dan peta ketinggian. Peta-peta ini dianalisis menggunakan perisian *ArcView* melalui kaedah *weightage overlay*.

Peta potensi air bumi yang dihasilkan daripada kaedah ini membuktikan kesahihan dari segi potensi air bumi apabila dibandingkan dengan data *bore hole* yang didapati daripada Jabatan Mineralogi dan Geosains Johor.



Perbandingan yang dibuat menunjukkan kawasan yang berwarna lebih gelap iaitu mempunyai nilai *weightage* yang tinggi dalam peta yang telah dihasilkan, mempunyai kadar luahan yang lebih tinggi berbanding kawasan yang lebih cerah rujuk rajah 7. Ini dapat membuktikan bahawa kajian yang dijalankan ini berkemampuan

untuk menentukan kawasan yang berpotensi wujudnya air bumi, disamping itu ia juga dapat menentukan kawasan yang paling berpotensi melalui aplikasi pertanyaan yang terdapat dalam perisian *ArcView*.



Jadual 7: Peta potensi air bumi daerah batu pahat

## 5.0 Rujukan

Aller, L., *et al.* (1985), "A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Setting" EPA/600/2-85/01 8, R.S. Kerr Environmental Research Laboratory, U.S Environmental Protection Agency, Ada, Oklahoma.

Environmental System Research Institute (ESRI). (1998) "User Guide ARC/INFO. The Geographic Information System Software." Redlands: CA/ESRI, Inc.

Krishnamurthy, *et al.* (1996), "An approach to demarcate groundwater potential zones through remote sensing and a geographical information system." *International journal of remote sensing*, 7, 1867-1884.

Saraf, A. K. and Choudhury, P. R. (1997) "Integrated Application of Remote Sensing and GIS Groundwater exploration in hard rock terrain, Proceedings." *Int. Symp. On Emerging trends in Hydrology, Department of Hydrology*. 1. 435-442.