

# Pembandaran mampan: Penggunaan pendekatan geosains dalam proses perancangan guna tanah di Malaysia

ROHAYU CHE OMAR<sup>1</sup>, IBRAHIM KOMOO<sup>1</sup> DAN HALIMATON SAADIAH HASHIM<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI),  
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor

<sup>2</sup>Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Selangor

**Abstrak:** Pembandaran mampan boleh direalisasikan dengan membangunkan konsep geosains dalam proses perancangan gunatanah. Pendekatan penggunaan informasi geosains dianalisis berdasarkan kawasan sensitif alam sekitar yang diperkenalkan untuk negeri Selangor yang terdiri daripada tiga prinsip utama, komponen dan asosiasinya iaitu (a) nilai warisan tabii (geokepelbagaian): tapak tabii/geotapak dan tapak buatan; (b) nilai sokongan hidup (sumber bahan/asli): sumber air, mineral/batuan/aggregat; dan (c) risiko geobencana: kegagalan cerun, kestabilan tapak, hakisan, perlodakan, banjir, ketakstabilan buatan manusia, pencemaran industri dan semulajadi. Prinsip dan asosiasi persekitaran ini diolah dengan menggunakan matriks pencapaian matlamat yang biasa digunakan dalam penilaian keperluan sesuatu perancangan rasional. Hasil analisis dibandingkan dengan prinsip dan asosiasi dari Wales dan England serta anggapan nilai yang ideal. Analisis tersebut menyenaraikan satu pendekatan yang akan digunakan dalam pengintegrasian informasi geosains dalam proses perancangan yang lebih holistik dan membantu merangka satu instrumen untuk kegunaan pembangunan guna tanah.

**Abstract:** Sustainable urbanization can be accomplished by developing the geoscience concept in landuse planning. Geoscience concepts have been developed based on environmentally sensitive areas for Selangor. This concept comprises three principal components and their associations i.e. (a) natural heritage value (geodiversity); nature site/geosite and man-induced site; (b) life support system (natural resource): water resources, minerals/rocks/aggregates and; (c) geohazard risk: slope failure, site stabilization, erosion, siltation, flood, man-induced instability, industrial and natural pollution. The principal components and their associated environment is extrapolated using the information matrix approach, which is usually used in the evaluation of rational planning. The results are compared with the principal components and their associations from the Wales and England as well as ideal estimated values. The analysis will list an approach, which can be used for intergrating geoscience information in more holistic planning processes and assisting in the formulation of an instrument for landuse development.

## PENGENALAN

Implikasi pembangunan guna tanah di Malaysia boleh dilihat dari dua perspektif yang berbeza, iaitu dari aspek positif dan negatif. Pembukaan tanah baru bagi membangunkan kawasan perindustrian, infrastruktur dan pertanian boleh menambah ekonomi negara. walhal dalam masa yang sama ianya juga mendatangkan masalah kepada alam sekitar akibat ketidakseimbangan ekologiannya. Bencana-bencana yang berlaku akibat pembangunan semakin meningkat contohnya tragedi di jalan susur ke Genting Highland pada 30 Jun 1995, tanah runtuh di Lebuhraya Utara Selatan berdekatan Gunung Tempurung pada tahun 1995 dan peristiwa Pos Dipang di Perak pada 29 Ogos 1996. Bencana di Genting Highland dan Pos Dipang telah mengorbankan sebanyak 65 nyawa dan mencederakan puluhan orang. Ibrahim Komoo (1995) melaporkan kejadian di jalan susur Genting Highlands disebabkan wujudnya faktor manusia (iaitu pembangunan di tanah tinggi) sebagai faktor pencetus kepada bencana tersebut selain faktor semulajadi seperti hujan lebat. Ini menggambarkan penjagaan alam sekitar seharusnya bukan saja bergantung pada kecekapan teknologi malahan ianya amat memerlukan pengintegrasian dalam pengurusannya.

Bagi mewujudkan pengurusan dan perancangan yang mampan, ahli geosains seharusnya berkerjasama erat dengan ahli perancangan. Gabungan pendapat kedua profesional ini akan memberikan hasil yang lebih bernas dalam mengariskan satu prosedur baru khasnya untuk perancangan di peringkat tempatan. Pembangunan fizikal yang melibatkan gunatanah banyak berkait rapat dengan faktor geologi sekitaran. Menurut Melvin *et al*, (1985), keadaan geologi memainkan peranan yang penting dalam pertumbuhan bandar. Pertama, landskap fizikal merupakan satu faktor penting dalam pemilihan awal tapak petempatan. Kedua, topografi dan bentuk muka bumi mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan awal pembandaran terutama evolusi pola ruangnya. Akhir sekali, kos yang dikenakan bagi mengatasi faktor geologi dan geomorfologi masih terbatas dari segi arah dan ruang. Berdasarkan pendapat Melvin ini wajarlah kita mengorak langkah membangunkan pendekatan geosains dalam proses perancangan guna tanah di Malaysia.

## GEOSAINS DAN EKOSISTEM BANDAR

Perbandaran diasaskan kepada mewujudkan persekitaran bandar yang selesa, komuniti bandar yang erat

hubungannya, mempunyai identiti setempat, berbudaya, sihat, perkasa dan tidak membazirkan sumber serta memberikan perhatian kepada pemuliharaan ekosistem bandar. Pertambahan penduduk dan pembangunan pesat yang berteknologi tinggi boleh memberikan kesan yang boleh mengubah kriteria semulajadi dan kedinamikannya. Perubahan ini jika tidak dikawal selia boleh mengakibatkan kemudaratan kepada ekosistem bandar dan seterusnya pada perubahan global serta iklim. Kecuaian penggunaan permukaan bumi dengan membuka kawasan baru menyebabkan sistem semulajadi yang bernilai dan rapuh senang termusnah (contohnya kawasan hutan, persisiran pantai dan perbukitan) dan ianya juga terdedah kepada kemungkinan bencana semulajadi (banjir, kestabilan cerun, degradasi dan emblesi). Bagi mengatasi pertambahan kemusnahan pada persekitaran dan menjamin keunggulan ekosistem bandar ialah dengan merasionalkan penggunaan permukaan bumi berlandaskan perancangan dan pengurusan mampan.

Persekitaran ekosistem bandar meliputi persekitaran budaya dan fizikal. Persekitaran fizikal mengandungi unsur-unsur alam semulajadi yang terdapat sama ada manusia wujud ataupun tidak. Unsur yang terdapat dalam persekitaran fizikal terdiri daripada:

- Persekitaran litologi yang terdiri daripada bahagian-bahagian bumi yang bukan hidupan, termasuklah bentuk bumi, batuan dasar dan tanah-tanah.
- Persekitaran atmosfera yang mengandungi gas (dan zarah yang kecil, keras serta zarah cecair) yang terdapat di sekeliling bumi.
- Persekitaran hidrologi yang meliputi bahagian-bahagian air di bumi.
- Persekitaran biologi merangkumi bahagian hidupan.

Sebuah ekosistem bandar terbahagi kepada faktor fizikal iaitu tapak dan keadaan. Tapak merupakan bentuk-bentuk persekitaran setempat dimana pertempatan didirikan dan berkembang. Keadaan awal sesebuah tapak dipengaruhi dan diubahsuai oleh kegiatan manusia. Keadaan pula dirujuk kepada keadaan-keadaan fizikal sesuatu tapak yang terdapat pada suatu kawasan yang lebih luas daripada kawasan pertempatan sebenar dan kepada ciri-ciri budaya manusia didalam dan di sekitar bandar. Walaupun tapak asas diubah sewaktu pembangunan namun ia adalah statik. Keadaan pula boleh berubah dengan peredaran masa bersesuaian dengan perkembangan bandar.

Secara amnya sistem bandar adalah sama dengan ekosistem yang lain, terikat dengan prinsip-prinsip perpaduan persekitaran. Prinsip ini menyatakan semua unsur dan proses persekitaran berkait dan saling bergantung antara satu sama lain; perubahan pada satu unsur atau proses akan melibatkan perubahan pada yang lain. Biasanya ahli geologi menggunakan pengolohan tersebut untuk memahami kaitan yang kompleks dalam proses semulajadi bumi.

Prinsip perpaduan persekitaran boleh dilihat dengan adanya perubahan unsur persekitaran/geologi apabila sesebuah kawasan diterokai. Umpamanya, kemusnahan pokok dan permotongan bukit telah mengakibatkan

peningkatan degradasi tanah. Degradasi tanah boleh mengubah sifat-sifat fizikal dan kimia tanah. Sebaliknya jika konsep ini dilihat pada situasi bandar, tapak bandar juga berubah akibat daripada keadaan persekitaran iaitu akibat tekanan pembangunan ataupun aktiviti lain manusia. Ekosistem bandar akan mudah mengalami keterancaman akibat ketidakseimbangan dan tekanan. Ketidakseimbangan dan tekanan yang berlaku terhadap ekosistem bandar berpunca daripada:

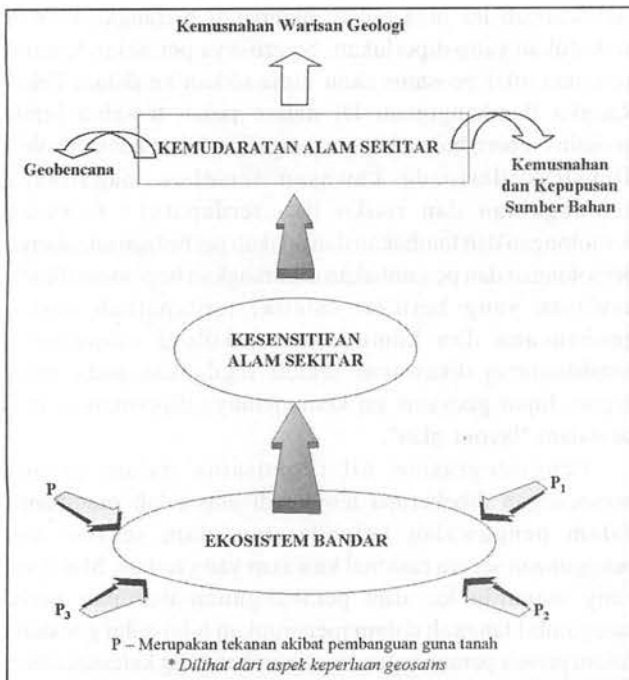
- Keutamaan terhadap pembangunan komersial tanpa penerapan nilai kemampanan
- Penggunaan teknologi baru secara berleluasan dalam pembinaan tanpa memikirkan kemudaratan alam sekitar
- Pertambahan populasi yang menyebabkan,
  - i. Perubahan terhadap sektor pertanian dan
  - ii. Urbanisasi berlaku dengan pantas tanpa pengawalan ketat
  - iii. Penggunaan bahan asli (yang tak boleh diperbaharui)

Ekosistem bandar mempunyai sifat kesensitifan terhadap alam sekitarnya. Tekanan dan ketidakseimbangan hasil daripada keperluan manusia menyebabkan kemudaratan terhadap alam sekitarnya. Kemudaratan alam sekitar boleh membawa kepada berlakunya geobencana serta kemusnahan warisan geologi dan kepupusan sumber bahan (Rajah 1). Kemudahterancaman ini dapat dibendung sekiranya geosains dapat diserapkan dengan sewajarnya dalam proses perancangan guna tanah di Malaysia.

## **NILAI GEOSAINS DALAM PERANCANGAN**

Geosains merupakan asas yang penting dalam merancang kemudahan fizikal dan struktur di kawasan bandar dan luar bandar. Oleh kerana tanah di bahagian permukaan di dasari oleh geologi, perancangan sepatutnya tidak diteruskan tanpa menghargai keadaan geologi. Pendasaran tapak, struktur jalan bergantung kepada keupayaan dan keadaan geologi. Walau bagaimanapun terdapat beberapa aspek geologi yang berhubung terus secara tidak langsung iaitu:

- (i) Bergantung pada kawasan yang hendak dibangunkan, adalah penting untuk mengetahui bahan yang boleh diperolehi daripada kawasan tersebut sebelum sesuatu pembinaan dijalankan.. Dalam hal ini jujukan/sequential perancangan adalah amat penting.
- (ii) Pada masa akan datang kemungkinan terdapatnya peningkatan penggunaan terhadap bahan binaan asli dan peningkatan penggunaan tanah di bawah permukaan dan permukaan, contohnya di Malaysia kita dapat lihat pembangunan infrastruktur jalan (Aliran transit ringan) telah menggunakan sistem bawah tanah.
- (iii) Pembangunan yang pesat memerlukan juga perancangan terhadap sistem saluran semulajadi dan air bawah tanah. Sistem saluran ini merupakan sistem yang dinamik dan ianya adakalanya menunjukkan peningkatan dan penurunan aras, dengan kesan tersebut



Rajah 1. Kesan ketakseimbangan dan tekanan.

boleh mempengaruhi fenomena amblesi dan tanah runtuh.

(iv) Stok sumber dan pemuliharaan landskap di kawasan-kawasan pembangunan terkawal.

Secara amnya faktor geologi sangat diperlukan terutamanya dalam menjalankan penyiasatan awal sehinggalah dimasa pembinaan dan pemantauan. Legget (1973) menyatakan yang akibat daripada fenomena pembangunan sama ada di permukaan atau di bawah permukaan merangkumi kesemua bahagian dunia dan ianya memerlukan formulasi yang efektif dan bersesuaian untuk mengawal kemudaratan yang mungkin berlaku. Ianya juga menyebut peri pentingnya keperluan garis panduan tentang maklumat geologi bagi mengilustrasikan dan merencanakan pembangunan di masa akan datang.

Legget (1973) juga meringkaskan idea utama perancangan untuk sebarang pembangunan komuniti masyarakat bandar dan wilayah. Kawasan yang dibangunkan ini mempunyai kesamaan dengan sekeping kertas putih yang disediakan sebagai bahan mengumpulkan idea oleh pereka cipta, tetapi ianya juga bertindak sebagai persekitaran yang telah lama terdedah dan mendatangkan kesan kepada faktor perubahan semulajadi. Terdapatnya keadaan permukaan di kawasan bumi ini yang merupakan hasil daripada "multiplicity" bagi geologi, hidrogeologi, iklim dan berbagai proses lain, pengetahuan yang mana boleh membantu mengenalpasti kemungkinan tren pada perubahan terrain di masa hadapan. Pembangunan dan pembangunan semula seharusnya mengambilkira asas dan kriteria dinamik pada keadaan semulajadi dengan itu kerja atau perubahan boleh memberikan kemungkinan harmoninya ia dengan persekitaran dan tidak mengganggu keseimbangan biologi dan sebarang keperluan yang lain. Secara amnya untuk memulihara dan menghasilkan kuasa

yang produktif pada keadaan serantau untuk kegunaan masa depan memerlukan keperluan asas perancangan secara menyeluruh dan perlulah diperhatikan sebagai garis panduan dalam pembangunan.

Faludi (1973) pernah mengemukakan kes tentang pembangunan di beberapa kawasan berhampiran tasik di Austria. Pelan pembangunan kawasan tersebut menyatakan terowong yang dibina akan melalui tapak yang mengandungi nilai-nilai estetik yang begitu tinggi dan apabila penyiasatan dilakukan dengan lebih terperinci menunjukkan jika terowong dibina di kawasan terbabit kos pembinaannya adalah rendah. Walau bagaimanapun pengurangan kos ekonomi yang cuba dilakukan membawa akibat kemusnahan terhadap persekitaran kawasan tasik itu. Tetapi oleh kerana terdapat akta di Austria tentang keperluan penjagaan nilai estetika, dengan itu terowong tersebut telah dibina di kawasan lain yang cuma kosnya bertambah sedikit sahaja. Dalam petikan tersebut juga Faludi menyebut tentang pentingnya data geologi dalam proses perancangan dan perlu adanya mekanisme yang bersesuaian untuk mencapai matlamat terbabit.

Kenapa nilai geosains patut diterjemahkan didalam proses perancangan banyak juga bergantung kepada salah satu disiplin geosains iaitu kejuruteraan geologi. Kejuruteraan geologi pada dasarnya banyak meliputi fungsi dalam proses perancangan yang membabitkan penggunaan, pemuliharaan, perlombongan, penebusgunaan dan pembangunan semula guna tanah. Terminologi bagi penebusgunaan dan pembangunan semula menggambarkan yang perlu adanya ubahsuaian ataupun pengawalan. Ini semua melibatkan pembinaan bangunan ataupun pengisian ataupun pembaikpulihan semula, mahupun mengubahsuaian model landskap, ataupun membabitkan kedua-duanya. Jika pengubahsuaian model landskap terbabit di kawasan tersebut, ianya memerlukan kapasiti pukal bahan binaan yang perlu diangkut ke kawasan tersebut, ataupun kebiasaannya membabitkan pengurangan (removal) bahagian tertentu landskap, ataupun pengantian semula sebahagian ataupun semua bahan landskap tersebut dengan bahan yang diperolehi daripada kawasan lainnya. Akhir sekali, ianya ditutupi ataupun ditanami dengan tumbuhan yang meliputi kawasan tersebut ataupun daripada tumbuhan baru yang ditanam semula. Sebagai dasarnya, ini menunjukkan proses ini merupakan asas kepada sains bumi, geografi, geologi dan botani serta ekologi. Proses tersebut sebenarnya telah dilakukan semenjak berzaman dahulu iaitu sebelum revolusi industri lagi yang mana tanpa disadari ramai ianya merupakan sebenarnya salah satu fungsi geosains yang diterapkan dalam proses perancangan guna tanah (Warren, 1970).

'Open Space' yang sering diperkatakan dalam perancangan pembangunan terutama dalam sistem perbandaran juga banyak dipengaruhi oleh unsur geosains. Menurut Williams (1969), 'open space' merangkumi beberapa fungsi yang boleh dikategorikan kepada: (i) sumber bahan yang dihasilkan daripada kawasan hutan, pertanian, batuan dan mineral dan sumber manusia, sumber

air; (ii) pemuliharaan sumber asli dan sumber manusia, ikan dan hidupan liar, fitur geologi, kawasan sejarah dan budaya; (iii) kebajikan, kesihatan dan penggunaan sumber air dan udara dan penjagaan kualiti dan kuantitinya; (iv) Keselamatan masyarakat terutama pada bahaya geobencana seperti masalah banjir, ketakstabilan kawasan tinggi, zon kebakaran; (v) koridor bagi trasmital kuasa dan sistem pengangkutan dan (vi) Keluasan kawasan urbanisasi bagi kawasan perdagangan, industri dan perumahan. Kajian yang dilakukan di San Francisco oleh U.S. Geological Survey menurut beliau kebanyakan fungsi tersebut mempunyai pengintegrasian dengan geologi dan sains bumi.

Metropolitan Washington Council of Government (1968), telah memperkenalkan buat pertama kalinya kaedah menentukan kekangan (constraints) persekitaran terhadap pembangunan. Laporan tentang batuan dasar, aras air bawah tanah, kawasan ekologi rapuh diperlukan untuk membangunkan kawasan tersebut. Pengubahsuaian oleh McHarg (1969) yang dikenali dengan pendekatan McHarg (pendekatan ekologi dan geologi), telah digunakan dengan meluas di Washington bagi kegunaan untuk pembangunan 'open space' yang mengambil kira kesemua kawasan saliran permukaan (meliputi tanah bench, dataran banjir, sehingga anggaran arasnya untuk tempoh 50 tahun dan semua kawasan akuifer) dan kawasan potongan bukit (yang cerunnya melebihi 12° tidak dibenarkan untuk pembangunan). Ianya juga menyarankan adanya satu pengurusan pengintegrasian dan pemantauan terhadap 'open space' dan mencadangkan teknik yang bersesuaian untuk bekerja di situasi yang tidak memerlukan perubahan yang ketara terhadap sistem dan proses semulajadi.

Burnett *et al.* (1987) juga telah menyebut tentang kepentingan nilai kejuruteraan geologi diserapkan dalam proses perancangan di Hong Kong bagi mengawal situasi geobencana yang berlaku. Nilai geosains ini telah diserapkan dalam piawaian perancangan Hong Kong berdasarkan jenis pelan perancangan dan strategik. Setiap fasa perancangan dan pembinaan mengandungi beberapa jenis dokumen perancangan yang berasingan dan setiap satunya mesti mengandungi informasi geosains. Bermula daripada garis panduan perancangan dan pelan 'sub-regional' dimestikan mengandungi penilaian tentang kesesuaian dan keupayaan terhadap pembangunan yang dirangka berdasarkan aspek geologi, terrain dan kekangan geoteknikal. Aspek tersebut akan diperincikan didalam "outline zoning plans" yang mana kesemua aspek yang disebutkan tadi akan di kaji berdasarkan pengzonan yang telah dirangka. Kesesuaian tapak akan diperincikan di dalam pelan pada tahap ini dan beberapa pelan untuk memudahkan ahli perancangan menelitinya akan dikeluarkan. Pelan yang terdapat dikenali sebagai 'opportunity map', 'constraint map', 'thematic map', peta kejuruteraan geologi, peta geomorfologi dan 'made ground map'. Kesemua peta ini boleh membantu ahli perancangan untuk menilai semula keupayaan pembangunan sehingga mendapat keputusan yang memuaskan. Adanya alat bantuan kekangan

perancangan ini juga boleh membantu merangka jumlah peruntukan yang diperlukan. Seterusnya perincian tentang kesemua nilai geosains akan dimasukkan ke dalam Pelan Rangka Pembangunan. Di dalam pelan tersebut input geosains seperti bahan binaan yang diperlukan adakah boleh diekstrak daripada kawasan tersebut, bagaimana kemungkinan dan risiko jika terdapatnya kawasan pemotongan dan tambakan dan adakah perbezaan andainya pemotongan dan penambakan dikurangkan bagi memulihara kawasan yang bernilai estetik, terdapatkah impak geobencana dan kemudaratan ekologi seandainya pembangunan dikawasan sekitar dijalankan pada masa depan. Input geosains ini kemudiannya diperincikan lagi ke dalam 'layout plan'.

Pengintegrasian nilai geosains dalam proses perancangan di beberapa tempat di atas telah membantu dalam pengawalan kemudaratan alam sekitar dan penggunaan secara rasional kawasan yang terhad. Malaysia yang menuju ke arah pembangunan mampan perlu mengambil langkah dalam menerapkan nilai-nilai geosains dalam proses perancangan bagi membendung keterancaman alam sekitar pada masa akan datang.

## MAKLUMAT GEOSAINS DALAM PROSES PERANCANGAN DI MALAYSIA

Marker (1999) menyatakan maklumat geosains yang digunakan untuk mengawal kemudaratan alam sekitar biasanya sukar untuk difahami oleh bukan geosaintis. Geosaintis juga kurang menterjemahkan maklumat merentasi sektor. Sementara itu, pengguna maklumat daripada spektrum yang lebih luas jarang mengutilisasikan maklumat geologi secara terus tetapi memerlukan jawapan terhadap masalah atau persoalan dalam perancangan fizikal (Geological Survey of Finland, 1996).

Secara asasnya, mustahil untuk menyelesaikan masalah geosains jika kita kurang pengetahuan mengenainya. Bagi meningkatkan pemahaman oleh mereka yang bertanggungjawab dalam perancangan pembangunan, maklumat geosains sepatutnya ditafsirkan kepada maklumat yang relevan dalam perancangan. Kejayaan penggunaan geosains terletak pada keboleh-dapatan sesuatu data dan setakat mana ianya dapat difahami oleh perancang. Di Malaysia, maklumat geosains belum lagi diserapkan secara meluas secara dasarnya disebabkan oleh beberapa faktor iaitu:

- i. Ketidaksampaian informasi geosains kepada ahli perancangan dan pembuat keputusan
  - ii. Kurangnya integrasi secara berkesan antara geosains dan perancangan
  - iii. Kekangan yang menyebabkan keterbatasan dalam penggunaan dan penerapan geosains secara berkesan
- Langkah utama bagi mengatasi ketidaksampaian maklumat geosains dikalangan pembuat dasar dan ahli perancangan ialah dengan membangunkan pendekatan geosains berasaskan kualitatif dan kuantitatif yang boleh difahami mereka.

## PEMBANGUNAN PENDEKATAN GEOSAINS

Setelah penelitian nilai geosains dalam perancangan berdasarkan contoh daripada beberapa pengkaji terdahulu dan melihat hubungan antara geosains dengan ekosistem Bandar, pembangunan pendekatan geosains hendaklah di ketengahkan. Pendekatan geosains ini akan digunakan dalam meneliti isu-isu yang boleh dihubungkan dan dimajukan kedalam perspektif proses perancangan.

Koridor Raya Multimedia merupakan perintis pengintegrasian hampir kesemua ilmu dalam pembangunannya. Maklumat geosains juga telah diserapkan sebagai alat (tools) dalam membantu pembangunan guna tanah. Terdapat tiga faktor utama yang telah digunakan dalam kajian awal penyiasatan tapak iaitu pendasaran, pembinaan dan air bawah tanah (Jadual 1). Namun demikian, menurut ahli perancangan faktor tersebut seharusnya dipermudahkan mengikut kefahaman dan kehendak perancangan dan pembuat dasar. Berdasarkan keperluan dalam mengintegrasikan dan memperluaskan penggunaan geologi seharusnya pendekatan geosains dalam proses perancangan pembangunan guna tanah diolah.

Konsep Kawasan Sensitif Alam Sekitar Selangor telah digunakan dalam membangunkan pendekatan dan perkaitan geosains dalam proses perancangan guna tanah di Malaysia. Pemilihan Kawasan Sensitif Alam Sekitar Selangor (KSAS) sebagai asas dalam mengolah pendekatan pembangunan geosains dalam proses perancangan guna tanah kerana KSAS merupakan suatu instrumen semasa yang menitikberatkan hubungan pembangunan dan alam sekitar sesebuah ekosistem. Ibrahim Komoo (1998) telah membahagikan kawasan sensitif alam sekitar ini kepada:

- Nilai warisan tabii: biokelpebagaian; geokepelbagaian; jaringan ekosistem rapuh.
- Nilai sokongan hidup: sistem hutan kawasan iklim, sumber bahan (sumber air, mineral, petroleum) dan 'tapisan udara'.
- Risiko geobencana: hakisan, tanah runtuh, aliran lumpur, perlodakan dan banjir.

Tiga kategori utama iaitu nilai warisan tabii (geokepelbagaian), nilai sokongan hidup dan risiko geobencana merupakan prinsip utama dalam olahan

pendekatan geosains. Prinsip utama ini dibahagikan kepada komponen, asosiasinya dan geoindikator (Jadual 2).

Berasaskan unit morfologi yang diperincikan nilai warisan tabii dan nilai sokongan hidup dikategorikan kepada geologi (batuan dasar, struktur dan rupa bumi), permineralan, hidrogeologi dan hidrologi. Kesemua aspek ini membawa cirian kepelbagaian, fitur tabii, struktur dan formasi geologi, tapak dan bernilai estetik dan saintifik. Penilaian dua asas (komponen) geosains utama ini mengambil konsep pengukuran yang dinamakan 'tanda persekitaran' ataupun aset geomorfologi. Konsep pengukuran tanda persekitaran ini telah diperkenalkan oleh (Panizza, 1992). Pemberat akan dikenal pasti dan akan diterjemahkan dalam terminologi kuantitatif bagi menilai persekitaran terbabit. Penilaian ini sememangnya banyak bergantung kepada persepsi individu yang terlibat.

Penilaian bagi risiko geobencana meliputi ketakstabilan geomorfologi dan ketakstabilan buatan. Ketakstabilan geomorfologi dan buatan dipastikan berdasarkan darjah kestabilan rupabumi. Daripada pandangan konsepsi ianya bergantung kepada:

- (a) Menganalisis kesan daripada ketakstabilan
- (b) Mengkaji akibat daripada ketakstabilan iaitu dengan kata lain mengkaji kedinamikan geomorfologi dan sejarah geomorfologi.

Penilaian ketakstabilan geomorfologi dan buatan juga memerlukan pemerhatian dan pertimbangan antara hubungan fenomena yang dinilai. Identifikasi ketakstabilan ini seharusnya berunsur kepada penilaian setempat yang merangkumi pembaik pulihan (remedial treatment) kawasan terbabit (Panizza, 1992). Ketakstabilan geomorfologi dan buatan manusia mengakibatkan bencana yang memberikan risiko kemusnahan.

Metodologi penganalisan unit morfologi dan hidrogeologi serta ketakstabilan geomorfologi dan buatan manusia menandakan pendekatan aplikasi sekitaran yang disenaraikan dalam Jadual 2.

Nilai warisan tabii (geokepelbagaian) boleh dibahagikan kepada dua komponen utama iaitu tapak tabii/ geotapak dan tapak buatan. Komponen geotapak dan tapak buatan dilihat asosiasinya dengan sekitaran sebagai bernilai saintifik, rekreasi, tinggalan sejarah dan bekas lombong.

Nilai sokongan hidup (sumber asli) meliputi tiga

Jadual 1. Informasi geosains dalam proses perancangan di Koridor Raya Multimedia.

Fasa Perancangan	Informasi Tambahan membantu Fasa Perancangan	Informasi Geosains
i. Tujuan dan matlamat	▪ Kegunaan tanah masa kini	• Geologi am kawasan
ii. Penilaian pemilihan tapak	▪ Corak dan bentuk lingkaran perhubungan sedia ada dan akan datang	• Litologi dibawah permukaan dan sifat mekanik (kekuatan) litologi yang terbabit secara amnya
iii. Informasi pengumpulan dan analisis	▪ Topografi	• Mengetahui nilai ketebalan lapisan gambut
iv. Formulasi parameter dan prinsip rekabentuk	▪ Analisis cerun	• Memastikan kedalaman aras air tanah
v. Formulasi konsep dan alternatif pembangunan	▪ Keadaan Geologi	• Memetakan dan menilai kesesuaian pembangunan
vi. Penilaian alternatif dan pemilihan konsep pembangunan	▪ Tuan punya tanah	• Peta penyiasatan tapak iaitu lokasi data lubang gerudi peringkat awal penyiasatan tapak
vii. Pemilihan zon guna tanah	▪ Jenis Pembangunan	• Peta Geologi Am
viii. Persempadan zon Flagship	▪ Visual analisis	• Peta Isopak bagi gambut
ix. Rekabentuk terperinci	▪ Laporan Penilaian Alam Sekitar (EIA)	• Peta aras air bawah tanah
	▪ Pelan Pengurusan Persekitaran (EMP)	• Peta kesesuaian pembangunan (peta geologi kejuruteraan)

kategori utama iaitu sumber air, mineral/batuan/agregat dan tanah/tapak. Sumber air berasosiasi dengan air bawah tanah dan permukaan. Mineral/batuan/agregat meliputi penghasilan tenaga (arang batu, minyak dan gas), bahan pembinaan (pasir dan kerikil, batu kapur, batu bata tanah liat dan batuan igneus), 'mineral industri (pasir silika, liat/lempung bebola dan dolomit) dan logam (bijih timah, aluminium dan bijih besi). Tanah dan tapak pula dikategorikan dengan persekitaran berdasarkan keadaan tebus guna tanah dan nilai potensi sifat tanah untuk pertanian.

## ANALISIS MATRIKS PENCAPAIAN MATLAMAT DAN ANALISIS IMPAK PERSEKITARAN

Olahan asosiasi persekitaran yang diterbitkan dalam Jadual 2 digunakan dalam menyemak komponen persekitaran geologi (prinsip) yang telah terdapat dalam beberapa instrumen perancangan di Malaysia khususnya di Koridor Raya Multimedia (Jadual 3). Hasil penilaian menunjukkan terdapat beberapa prinsip dan komponen persekitaran yang telah diperbincangkan dan sebahagiannya lagi tidak langsung diberi perhatian dan tidak relevan. Penerapan nilai geosains dalam proses perancangan boleh dijayakan dengan menilai semula prinsip dan komponen persekitaran yang sepatutnya berdasarkan analisis matriks pencapaian matlamat.

Analisis matriks pencapaian matlamat (GAM) ini diperkenalkan oleh Morris (1968) dan telah diubahsuai oleh Suriyakumaran (1983) sebagai analisis impak

persekitaran. Suriyakumaran menyatakan analisis impak persekitaran merupakan teknik penilaian pelbagai impak akibat daripada perubahan semulajadi yang dipengaruhi oleh pembangunan dan persekitaran yang merupakan asas untuk pembangunan. Analisis ini juga memerlukan metodologi proses dan prosedur yang ideal yang boleh menggambarkan cara pelaksanaan konsep pembangunan dan analisis dilakukan (Rajah 2). Analisis yang digunakan menerusi teknik ini bukan sahaja untuk mengenal pasti impak dan mencadangkan ukuran yang meringankan, tetapi merupakan satu proses berterusan dari permulaan projek hingga ke peringkat operasi. Analisis ini membahagikan impak dan teknik. Impak dalam analisis ini merupakan komponen dan geoinikator dan teknik merupakan unsur-unsur yang terdapat dalam pelan rancangan struktur dan rancangan tempatan. Impak dianggarkan dengan suatu kaedah saintifik dan diukur dengan unit yang paling mudah untuk menerangkan matlamat ini.

Jadual 4 merupakan pertimbangan matriks ideal yang diolah untuk kegunaan dalam menerapkan nilai geosains dalam proses perancangan. Jadual 5 dan Jadual 6 merupakan analisis matriks pencapaian matlamat dan analisis impak persekitaran bagi kawasan Koridor Raya Multimedia dan Wales serta England. Jadual 4, 5 dan 6 mengemukakan kriteria penilaian yang dipilih daripada pelan pembangunan dan pemberat yang digunakan bagi menilai adakah wajar komponen dan geoinikator diserapkan dalam proses perancangan. Penilaian diberikan dengan ukuran yang paling mudah dan berdasarkan pemarkahan yang paling perlu dititikberatkan (Markah=3.0) hinggalah yang dianggap paling rendah penilaian (Markah=1.0). Perbandingan nilai

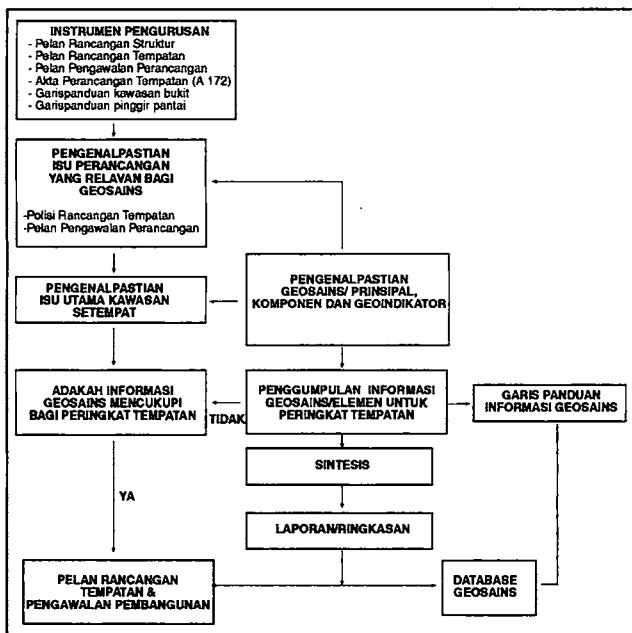
Jadual 2. Pembangunan konsep geosains dalam perancangan guna tanah.

Persekitaran	Prinsipal	Komponen	Asosiasi/Aplikasi Sekitaran	Geoinikator/Elemen
Persekitaran Tanah Tinggi	Nilai warisan tabii Geokepelbagaian	Tapak tabii/Geotapak	Kajian saintifik, Pelajaran, Rekreasi dan Tinggalan sejarah	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pencirian, pengelasan dan penilaian sumber geologi dan landskap benua warisan</li> <li>Pengenalpastian sumber dan nilai baru yang berpotensi untuk dibangunkan</li> <li>Pemuliharaan/Pembangunan sumber geologi &amp; landskap sedia ada</li> <li>Pewartaan</li> </ul>
		Tapak buatan	Tinggalan bekas lombong	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pencirian budaya setempat, tapak unggul</li> </ul>
Persekitaran Lembah	Nilai Sokongan hidup Sumber Bahan	Sumber Air	Air permukaan dan air bawah tanah	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pencemaran air bawah tanah/permukaan</li> <li>Amblesi akibat daripada pengeluaran air tanah yang melebihi kadar pengeluaran</li> <li>Penurunan kualiti air tanah dan permukaan</li> <li>Peningkatan kandungan garam pada air tanah</li> </ul>
		Mineral	Penghasilan tenaga (arang batu, minyak & gas), bahan pembinaan (pasir & kerikil, batu kapur, batu bata tanah liat, dan batuan igneus), mineral industri (pasir silika, liat bebola & dolomit) dan logam (bijih timah, aluminium dan bijih besi).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penurunan kestabilan permukaan</li> <li>Penurunan kestabilan permukaan/cecrun</li> <li>Peningkatan proses hakisan permukaan</li> <li>Penubuhan morfologi cerun</li> </ul>
Persekitaran Pinggir Pantai/Pulau	Risiko Geobencana	Tanah & Tapak	Tebus guna tanah dan nilai potensi sifat tanah untuk pertanian	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peningkatan hakisan tanah</li> <li>Penurunan kualiti tanah untuk pertanian</li> <li>Pengurangan kelembapan tanah</li> <li>Peningkatan pencemaran tanah</li> <li>Penurunan kestabilan permukaan</li> </ul>
		Kestabilan tanah & Kegagalan cerun	Runtuhan batuan, tanah runtuh (pinggir pantai dan daratan). Risiko kegagalan bertambah bila batuan mempunyai retakan yang hebat dan tanah baki mempunyai struktur relik yang rencam.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peningkatan hakisan tanah pada terah cerun</li> <li>Penurunan kestabilan permukaan/cecrun</li> <li>Gangguan kepada ekosistem</li> <li>Penubuhan morfologi cerun</li> </ul>
		Hakisan Sedimen dan Tanah Periodakan Banjir Sedimentasi pantai	Akibat daripada proses semulajadi tetapi kadarnya bertambah jika manusia mengganggu situasi sekitarnya	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peningkatan pemendapan sedimen pada kaki cerun, tasik, laut dan sungai.</li> <li>Peningkatan proses periodakan menghidu sungai</li> <li>Peningkatan proses hakisan permukaan</li> <li>Penurunan kestabilan permukaan</li> <li>Pembentukan dataran banjir</li> <li>Penubuhan morfologi sungai, tasik dan pantai</li> </ul>
		Ketastabilan Buatan manusia	Kebiasaannya berasosiasi dengan bekas lombong dan tambakan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peningkatan hakisan tanah</li> <li>Penurunan kestabilan permukaan/cecrun</li> </ul>
		Pencemaran Industri	Cara pengendalian sisa buangan dan pelupusan sampah	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peningkatan pencemaran tanah</li> <li>Penurunan kualiti air tanah dan permukaan</li> <li>Pencemaran air bawah tanah/permukaan</li> </ul>
		Pencemaran semulajadi	Pencemaran unsur semulajadi contohnya gas yang boleh membahayakan persekitaran dan hidupan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pencemaran udara/air</li> <li>Pencemaran tanah</li> </ul>

Jadual 3. Analisis prinsipal dan komponen bagi menentukan elemen geosains dalam pelan rancangan struktur dan tempatan dan garis panduan pembangunan kawasan bukit, pantai dan pulau.

KOMPONEN PERSEKITARAN	PERSEKITARAN EKOSISTEM BANDAR													
	Nilai warisan tabii Geokepelbagaian		Nilai Sokongan hidup Sumber Bahan			Risiko Geobencana								
	Tapak Tabii	Tapak Buatan	Sumber Air	Mineral	Tanah & Tapak	Kestabilan Tapak	Kegagalan cerun	Hakisan Sedimen dan Tanah	Perlodakan	Banjir	Sedimentasi	Kestabilan buatan manusia	Pencemaran Industri	Pencemaran Semulajadi
Penyediaan Jalan raya	*	X	*	*	+	✓	✓	✓	+	*	*	✓	*	+
Pembaikan Jalan raya	*	X	*	*	+	✓	✓	✓	+	*	*	✓	*	+
Potong dan Tambak	X	X	*	*	+	✓	✓	✓	+	✓	*	*	*	+
Landskap	X	X	X	*	+	*	*	+	+	*	+	*	*	+
Pembinaan Jambatan	*	X	*	*	+	✓	✓	*	*	✓	*	*	*	+
Perparitan-Bahu Jalan	*	X	*	*	*	*	*	*	✓	✓	*	*	*	+
Parit-Pembetulan	*	X	✓	*	*	*	*	*	✓	✓	*	*	*	+
Perumahan	X	X	✓	*	+	✓	✓	*	*	✓	*	*	✓	+
Pelupusan sisa doemestik	*	*	*	*	+	*	*	*	+	*	*	*	+	+
Industri	*	*	✓	+	+	*	*	*	*	*	*	*	✓	✓
Alam Sekitar	X	X	✓	+	+	✓	✓	✓	✓	*	✓	✓	✓	✓
Pertanian	X	X	✓	*	✓	*	*	✓	✓	✓	*	*	✓	✓
Pelancongan	✓	✓	+	*	+	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pembersihan	*	X	+	*	+	*	*	*	+	*	*	*	✓	+
Kawasan Rosak	*	X	+	*	+	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sisa Pembinaan	*	X	*	*	✓	*	*	*	✓	*	✓	*	+	+

✓-Diperbincangkan      X-Tanpa perhatian      +Tidak meluas      \*-Tidak dibincangkan



Rajah 2. Metodologi proses dan prosedur yang menggambarkan cara pelaksanaan konsep pembangunan dan analisis.

analisis juga telah dilakukan berdasarkan contoh yang telah berjaya membangunkan pendekatan geosainsnya dalam proses perancangan iaitu Wales dan England. Berdasarkan perbandingan nilai pemberat Jadual 7 diterbitkan. Secara amnya daripada analisis pencapaian matlamat/analisis impak persekitaran penggunaan input geosains dalam proses perancangan di kawasan kajian masih berada ditahap tidak memuaskan berbanding dengan kawasan Wales dan England yang boleh dikategorikan dalam tahap memuaskan

hingga sangat memuaskan. Penggunaan pendekatan geosains dalam proses perancangan di Malaysia khasnya juga tidak banyak menitik beratkan komponen geosains didalam pelan perancangannya berbanding dengan Wales dan England.

Hasil penilaian analisis terhadap komponen dan secara tidak langsung kepada indikator akan membolehkan satu rekabentuk dan teknik penyiasatan tapak geosains dalam proses perancangan diperkemaskinikan supaya bersesuaian dengan konsep pembangunan mampan.

### KESIMPULAN

Pembandaran mampan bermula daripada peringkat awal pembangunan dan gabungan nilai-nilai murni antara persekitaran fizikal dan budaya. Pengekalan situasi kemampan sesebuah kawasan bergantung kepada proses kita merencana, mengurus dan mengimplemetasikannya. Kesemua ini membawa maksud yang setiap pembangunan guna tanah memerlukan langkah pengawalan pembangunan. Bagi merealisasikan pengawalan pembangunan banyak aspek perlu dipertimbangkan terutama langkah gabungan konsep perancangan, konsep penghindaran dan langkah kawalan kejuruteraan. Konsep perancangan dan penghindaran secara tidak langsung membabitkan unsur-unsur persekitaran fizikal dan memberi erti terhadap hubungan geosains. Hubungan geosains perlulah diperkembangkan dalam proses perancangan dengan menilai kepada faktor persekitaran meliputi persekitaran geomorfologi dan antropogenik. Gabungan kedua persekitaran membolehkan konsep pembangunan geosains

Jadual 4. Pertimbangan petunjuk yang ideal.

KOMPONEN PERSEKITARAN	PERSEKITARAN EKOSISTEM BANDAR														Jumlah Score
	Nilai warisan tabii Geokepelbagaian		Nilai Sokongan hidup Sumber Bahan			Risiko Geobencana									
	Tapak Tabii	Tapak Buatan	Sumber Air	Mineral dan Agregat	Tanah & Tapak	Kestabilan Tapak	Kegagalan cerun	Hakisan Sedimen dan Tanah	Perlodakan	Banjir	Sedimentasi	Kestabilan buatan manusia	Pencemaran Industri	Pencemaran Semulajadi	
KOMPONEN PROJEK															
Penyediaan Jalan raya	▲	▲	▲	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●	▲	▲	38.50
Pembaikan Jalan raya	▲	▲	▲	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●	▲	▲	38.50
Potong dan Tambak	▲	▲	▲	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●	▲	◆	38.00
Landskap	●	●	●	◆	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	36.00
Pembinaan Jambatan	◆	◆	◆	◆	◆	●	●	●	●	●	●	●	▲	◆	35.50
Perparitan-Bahu Jalan	◆	◆	▲	◆	◆	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●	34.00
Parit-Pembetulan	◆	◆	●	◆	●	◆	◆	◆	◆	●	●	●	●	●	35.00
Kawasan Perumahan	◆	▲	●	▲	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	40.00
Pelupusan sisa domestik	▲	▲	●	●	●	●	●	●	◆	●	◆	▲	●	▲	38.00
K. Industri	◆	◆	●	●	●	●	●	◆	◆	◆	◆	◆	●	▲	34.50
Kawasan Rehat/hijau	●	●	●	▲	●	●	●	●	●	●	●	●	●	▲	41.00
Pertanian	◆	◆	●	●	●	▲	▲	●	●	▲	●	●	●	▲	38.00
Pelancongan	●	●	●	▲	●	●	◆	●	◆	●	◆	◆	◆	●	36.50
Markah/score:	●	3.0	▲	2.5	◆	2.0	○	1.5	▶	1.0					

Jadual 5. Hasil pertimbangan petunjuk yang digunakan di kawasan Koridor Raya Multimedia.

KOMPONEN PERSEKITARAN	PERSEKITARAN EKOSISTEM BANDAR														Jumlah Score
	Nilai warisan tabii Geokepelbagaian		Nilai Sokongan hidup Sumber Bahan			Risiko Geobencana									
	Tapak Tabii	Tapak Buatan	Sumber Air	Mineral dan Agregat	Tanah & Tapak	Kestabilan Tapak	Kegagalan cerun	Hakisan Sedimen dan Tanah	Perlodakan	Banjir	Sedimentasi	Kestabilan buatan manusia	Pencemaran Industri	Pencemaran Semulajadi	
KOMPONEN PROJEK															
Penyediaan Jalan raya	▶	▶	▶	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	○	24.00
Pembaikan Jalan raya	▶	▶	▶	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	○	24.00
Potong dan Tambak	○	◆	○	○	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	○	25.50
Landskap	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◆	▶	21.00
Pembinaan Jambatan	▶	▶	▶	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	24.50
Perparitan-Bahu Jalan	▶	▶	▶	○	◆	○	○	○	◆	○	◆	◆	○	◆	22.00
Parit-Pembetulan	▶	▶	▶	▶	○	○	○	○	◆	○	○	◆	◆	◆	21.00
Kawasan Perumahan	▶	▶	▶	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	○	◆	◆	◆	24.00
Pelupusan sisa domestik	○	▶	○	◆	○	○	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	22.50
K. Industri	▶	▶	◆	◆	◆	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	◆	◆	19.00
Kawasan rehat/hijau	▶	▶	▶	▲	◆	◆	◆	◆	◆	○	○	◆	◆	◆	24.50
Pertanian	▶	▶	◆	▶	◆	○	▲	▲	◆	○	◆	○	○	◆	24.00
Pelancongan	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	◆	15.00
Markah/score:	●	3.0	▲	2.5	◆	2.0	○	1.5	▶	1.0					



Jadual 6. Hasil pertimbangan petunjuk yang digunakan di Wales dan England

KOMPONEN PERSEKITARAN	PERSEKITARAN EKOSISTEM BANDAR													Jumlah Score	
	Nilai warisan tabii Geo-kepelbagaian		Nilai Sokongan hidup Sumber Bahan			Risiko Geobencana									
	Tapak Tabii	Tapak Buatan	Sumber Air	Mineral	Tanah & Tapak	Keestabilan Tapak	Kegagalan cetun	Hakisan Sedimen dan Tanah	Perlodakan	Banjir	Sedimentasi	Kestabilan buatan manusia	Pencemaran Industri		Pencemaran Semulajadi
Penyediaan Jalan raya	◆	◆	◆	◆	▲	●	●	●	●	●	●	●	◆	◆	35.50
Pembaikan Jalan raya	◆	◆	◆	◆	◆	●	●	●	●	●	●	●	◆	◆	35.00
Potong dan Tambak	▲	▲	▲	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●	◆	◆	37.50
Landskap	●	●	▲	◆	▲	▲	▲	▲	◆	◆	◆	◆	◆	◆	32.50
Pembinaan Jambatan	◆	◆	◆	◆	◆	●	●	●	●	●	●	●	○	◆	34.50
Perparitan-Bahu Jalan	◆	◆	◆	◆	◆	◆	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	32.50
Parit-Pembetulan	◆	◆	▲	○	◆	◆	◆	◆	◆	▲	▲	▲	◆	◆	29.50
Kawasan Perumahan	◆	◆	▲	◆	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	●	36.00
Pelupusan sisa domestik	◆	◆	●	◆	●	▲	▲	▲	◆	◆	◆	◆	●	▲	33.00
K. Industri	○	○	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	●	▲	28.50
Kawasan Rehat/hijau	▲	▲	●	◆	●	●	●	●	◆	●	◆	●	●	▲	37.50
Pertanian	◆	◆	●	▲	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	▲	35.50
Pelancongan	●	▲	●	▲	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	▲	32.50

Markah/score: ● : 3.0      ▲ : 2.5      ◆ : 2.0      ○ : 1.5      ▶ : 1.0

Jadual 7. Hasil analisis dan perbandingan ketiga-tiga pendekatan geosains menggunakan matriks pencapaian matlamat.

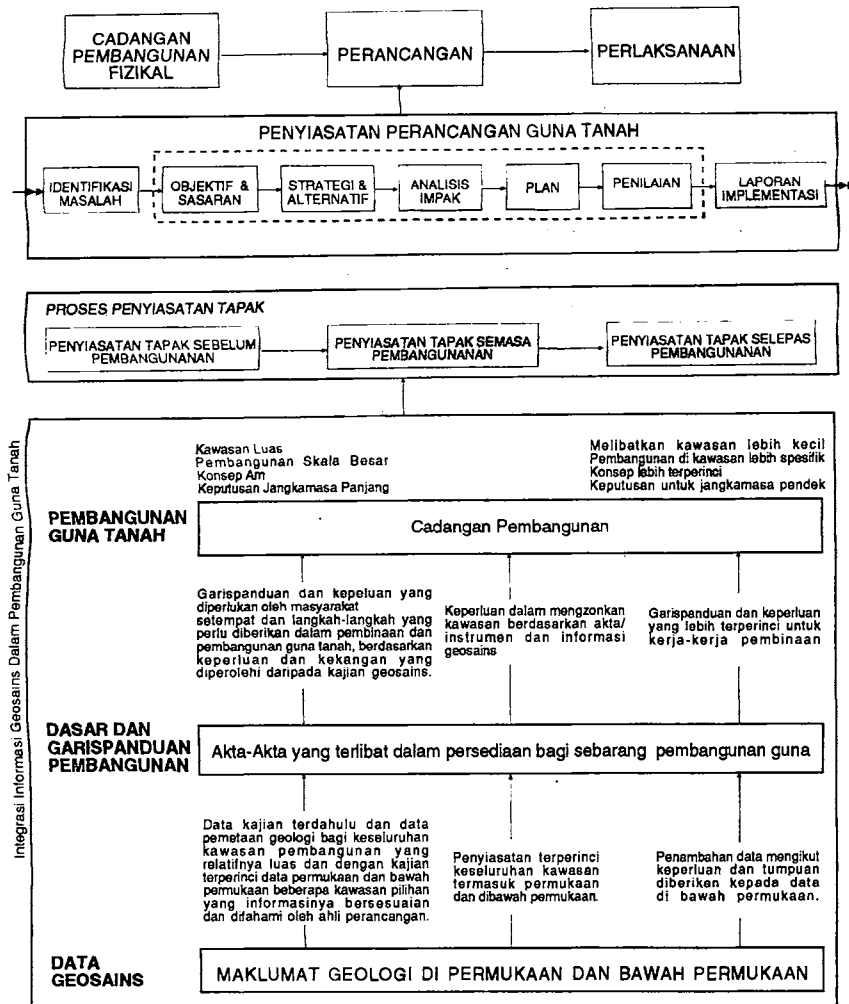
Komponen Projek	Jumlah Score		Score Ideal		Score Kawasan Kajian		Score Wales/England	
	Jumlah	Peratus	Jumlah	Peratus	Jumlah	Peratus	Jumlah	Peratus
Penyediaan Jalan raya	38.50	100	24.00	62.34	35.50	92.21		
Pembaikan Jalan raya	38.50	100	24.00	62.34	35.00	90.91		
Potong dan Tambak	38.00	100	25.50	67.11	37.50	98.68		
Landskap	36.00	100	21.00	58.33	32.50	90.28		
Pembinaan Jambatan	36.50	100	24.50	69.01	34.50	97.18		
Perparitan-Bahu Jalan	34.00	100	22.00	64.71	32.50	95.59		
Parit-Pembetulan	35.00	100	21.00	60.00	29.50	84.29		
Kawasan Perumahan	40.00	100	24.00	60.00	36.00	90.00		
Pelupusan sisa domestik	38.00	100	22.50	59.21	33.00	86.84		
K. Industri	34.50	100	19.00	55.07	28.50	82.61		
Kawasan Rehat/hijau	41.00	100	24.50	59.76	37.50	91.46		
Pertanian	38.00	100	24.00	63.16	35.50	93.42		
Pelancongan	36.50	100	15.00	41.10	32.50	89.04		

diperkenalkan. Unsur komponen dan indikator membantu penilaian impak persekitaran membolehkan pemilihan faktor geosains diterapkan dalam proses perancangan. Rajah 3 merupakan cadangan awal dalam menerapkan pendekatan geosains dalam proses perancangan guna tanah di Malaysia. Faktor geosains ini akan dianalisis seterusnya bagi memperkenalkan alat yang boleh digunakan bagi membantu penyiasatan tapak dan rekabentuk serta teknik bersesuaian dengan pembangunan mampan.

## RUJUKAN

- BERGER, A.R., 1997. Assessing Rapid Environmental Changes Using Geoindicators. *Environmental Geology*. 32(1):36-44.
- BURNETT, A.D., KOIRALA, N.P., DAN HEE, A., 1987. Engineering geology and town planning in Hong Kong. The Role of Geology in Urban Development. Geological Society of Hong Kong Bulletin No. 3, Oktober.

- CENDRERO, A., FRANCIS.E., DAN DIAZ DE TERAN.J.R., 1992. Geoenvironmental units as a Basis for the Assessment, Regulation and Management of the Earth's surface. *Dlm: Antonio.C., Gerd,L., dan Fredrick, C.W., (pnyt). Planning the Use of the Earth's Surface*, hlm 199-234. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- COLBORN, T.E., DAVIDSON, A., GREEN, S.N., HODGE, R.A., JACKSON, C.I. DAN LIROFF, R.A., 1990. *Great Lakes - Great Legacy?*. Washington DC: Island Press.
- FALUDI, A., 1973. *Urban and Regional planning*. 2nd Ed. Penguin Books, Harmondsworth, Middlesex.
- GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND, 1996. *Geological Information for Environmental and Land-Use Planning in the Mid-Norden Region*. Need, P. (ed). Geological Survey of Finland Special Paper 22.
- IBRAHIM KOMOO, 1995. Tragedi gelinciran tanah di Jalan Susur ke Genting Highland pada 30 Jun 1995. Laporan terbuka Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (tidak diterbitkan).
- IBRAHIM KOMOO DAN MAZLAN OTHMAN, 1996. Uplands development:



Rajah 3. Cadangan awal input geosains yang bakal digunakan dalam proses pembangunan guna tanah secara holistik

a management approach for prevention and control of erosion and slope failure CAP/SAM National Conference on "State of the Malaysia Environment", Penang, 5-9 January.

IBRAHIM KOMOO, 1998. Pembangunan Kawasan Tinggi: Kawalan Berdasarkan Perancangan, IKIM, April 22-23.

LEGGET, R.F., 1973. Cities and Geology. Mc. Graw Hill Book Co. New York

MARKER, B., 1999 Urban Planning - New Approaches. 2<sup>nd</sup> Asian Symposium on Engineering Geology and the Environment. Pre-Symposium International Workshop: New Frontiers in Environmental Geoscience. Sept 22, 1999.

McHARG., 1969. Design with nature. *Dlm:* Sharma. H.S., (pnyt) *Perspective in Geomorphology-* Vol III, hlm 37. New Delhi. Concept Publishing Company

METROPOLITAN WASHINGTON COUNCIL OF GOVERNMENT, 1968. Natural Features of the Washington Metropolitan Area: The Council, Washington, D.C. *Dlm:* Sharma.H.S., (pnyt) *Perspective in Geomorphology-* Vol III, hlm 35. New Delhi. Concept Publishing Company

MELVIN G.M., THOMAS, R.D., DAN DONALD F. E., 1985. Geology and Urban Topography. *Dlm:* Thomas, R.D. dan Melvin G.M.,

(pnyt). *Urbanization and Environmental*. hlm 27-54. California: Wadsworth Publishing Company Inc.

MORRIS, H., 1968. A goal Achievement Matrix for Evaluating Alternative Plans. *Dlm* Morris Hill, 1978. *Implementation of Urban Land Use Plan*. Journal of American Institution Planning, 44.

PANIZZA, M., 1992 Geomorphological hazards and environmental Impact: Assessment and Mapping. *Dlm* Antonio.C., Gerd.L., dan Fredrick, C.W., (pnyt). *Planning the Use of the Earth's Surface*, hlm 101-123. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

SURIYAKUMARAN, C., 1983. Environmental Assessment Statement: A test Model Presentation. Bangkok : United Nations Asian and Pacific Development Institute.

WARREN, P.T., 1970. Geological aspects of development and planning in Noerthen England- Symposium Report, Yorkshire Geological Society.

WILLIAMS, 1969. Open space: The choices before California. *Dlm:* Sharma.H.S., (pnyt) *Perspective in Geomorphology-* Vol III, hlm 33-34. New Delhi. Concept Publishing Company.