

Bab 12

SISTEM KADASTER BERKOORDINAT

(Sumber Rujukan : Artikel Dr. Teng Chee Hua, JUPEM)

Sistem kadaster di Malaysia telah berusia lebih daripada 120 tahun dan telah melalui banyak perubahan. Perubahan yang keberlangsungan telah berlaku secara berperingkat mengikuti perubahan teknologi dari masa ke masa. Pada masa sekarang, perubahan dalam sistem kadaster atau reformasi kadaster yang sedang berlangsung di seluruh dunia adalah kerana perubahan yang pesat dalam masyarakat terhadap penggunaan hartanah.

Di Malaysia permintaan atau tekanan kepada tanah adalah akibat daripada pembangunan yang pesat dalam penggunaan tanah. Oleh yang demikian, sistem ukuran kadaster di Malaysia perlu melalui perubahan supaya bersesuaian dengan teknologi kini.

Pada masa kini sistem ukur kadaster di Malaysia adalah berdasarkan kepada pengukuran dimensi setiap bidang tanah dan diselaraskan lokasinya dengan lot yang bersebelahan. Justeru itu, konsep sistem ini amat mementingkan garisan sempadan (bearing dan jarak) bagi setiap lot kadaster yang ditentukan melalui proses pengukuran yang standard. Selaras dengan era perkembangan peralatan ukur terkini seperti GPS dan Total Station disamping teknologi termaju seperti ICT dan GIS maka telah sampai masanya sistem kadaster negara diperkemas agar perkembangan teknologi tersebut dapat dimanfaatkan sepenuhnya.

Pengurusan kadaster yang cekap dan berkesan dalam era moden ini menuntut satu sistem digital yang mesra pengguna dengan penggunaan perkakasan berteknologi tinggi. Menyedari kelebihan yang ada pada teknologi GIS dan GPS ini, maka negara-negara seperti Australia, New Zealand dan Singapura telah mengorak langkah menukarkan sistem dimensi (penggunaan bearing dan jarak) kepada sistem ukur kadaster berdasarkan koordinat.

JUPEM sebagai jabatan kerajaan yang tertua dan peneraju utama bagi melaksanakan aktiviti-aktiviti ukur tanah dan pemetaan serta pengurusan maklumat berkaitannya sedang mengalami suatu reformasi kadaster. Semuanya ini dibuat semata-mata untuk meningkatkan kemampuan (JUPEM) memberi perkhidmatan ukur tanah yang efisien, berkualiti dan dapat menyebarkan maklumat geografikal yang sesuai keseluruhan berkoordinat Semenanjung Malaysia. Seterusnya dengan kemunculan sistem kadaster adalah tepat pada masanya.

Tafsiran Sistem Kadaster Berkoordinat

Secara umumnya sistem kadaster berkoordinat atau *Coodinated Cadastral System* (CCS) boleh ditafsirkan berdasarkan beberapa peringkat kejituan pangkalan data yang diwujudkan [Williamson and Hunter,1996]. Namun untuk meringkaskan tafsiran, kertas kerja ini telah mengemukakan tiga tafsiran tanpa menjejaskan hasrat utama CCS.

Tafsiran pertama adalah peta kadaster yang ditawan dengan pendigitan peta-peta sedia ada ke dalam pangkalan data. Koordinat yang ditunjukkan untuk setiap penjuru lot adalah dianggarkan mempunyai kejituan +/-1 sehingga +/- 2 meter daripada koordinat sebenar. Kejituan koordinat berubah dalam julat yang besar dan bergantung kepada keperluan pengguna. Namun begitu, kriteria yang penting di sini adalah peta kadaster berdigit ini menunjukkan lot-lot tersebut dalam perhubungan topologi yang betul dan sentiasa kemaskini. Tafsiran ini adalah hanya sesuai untuk tujuan penilaian dan perancangan. Ianya adalah tidak sesuai untuk ukuran kadaster yang mana ianya memerlukan kejituan relatif yang tinggi.

Tafsiran kedua adalah pewujudan satu pangkalan data kadaster berdigit atau DCDB yang berdasarkan kepada koordinat yang diperolehi melalui ukuran di lapangan dan mempunyai

ketepatan koordinat mutlak yang tinggi. Namun begitu, pelaksanaannya perlu disokong dengan taburan jaringan titik kawalan yang padat supaya pelarasaan DCDB akan menghasilkan koordinat yang seragam atau homogeneous. Pangkalan data yang seragam ini dapat digunakan untuk tujuan penentuan sempadan dan pengukuran semula. Ianya adalah sesuai untuk semua aplikasi yang memerlukan kejituan mutlak yang tinggi.

Tafsiran ini merupakan kefahaman yang mengambil kira pelbagai aspek keperluan dan ianya paling sesuai diterima oleh komuniti juruukur mengenai tafsiran sistem kadaster berkoordinat. Selanjutnya koordinat dalam DCDB boleh diberikan taraf sah di sisi perundangan bagi tanda sempadan tersebut ketika proses penentuan sempadan. Konsep ini akan memberi penekanan kepada penggunaan koordinat mutakhir terlaras dan nilai bearing dan jarak akan dikira daripada koordinat tersebut.

Tafsiran ketiga yang memberi penekanan kepada penyelarasan proses-proses yang berkaitan dengan urusan hartanah. Urusan yang dimaksudkan dalam kes ini adalah proses pindah milik tanah, pecah bahagian dan lain-lain urusniaga yang perlu diselaraskan. Ianya merupakan tafsiran yang sesuai untuk penyelarasan aktiviti-aktiviti yang melibatkan agensi-agensi kerajaan seperti Jabatan Perancang, Penilaian, Perhutanan dan sebagainya yang mempunyai kepentingan dalam tanah dibawah jagaan.

Keperluan CCS Kepada Sistem Kadaster Semenanjung Malaysia

Sistem kadaster negara masa kini lebih menekankan mekanisme pengukuran dan perekodan maklumat luas, lokasi dan garis sempadan sesuatu lot tanah. Kini sistem tersebut tidak begitu sesuai dan agak ketinggalan berbanding dengan kemampuan dan aplikasi teknologi masa kini dan antara kelemahan-kelemahan yang dikenalpasti adalah seperti berikut:-

- a) Rangkaian geodetik utama yang digunapakai pada masa sekarang tidak mempunyai kejituan dan keseragaman untuk mengizinkan penggunaan teknologi GPS dan GIS pada tahap sentimeter. Kejituan yang tinggi diperlukan untuk menjamin ketepatan dalam ukuran kadaster, pemetaan utiliti dan ukuran kejuruteraan diperingkat nasional.
- b) Teknik pengukuran dan pengagihan ralat tidak mengikut kaedah *from whole to the part* sebenarnya tetapi yang berlaku adalah rambatan ralat dibawa dari satu pengukuran lot ke pengukuran lot lain. Manakala teknik pelarasan Bowditch yang diamalkan tidak mampu mengatasi masalah ini dan tidak berupaya mengurus cerapan data berlebihan.
- c) Integrasi data-data kadaster di antara negeri-negeri tidak dapat dibuat kerana wujud perbezaan dalam rujukan origin sistem koordinat Cassini. Senario sekarang adalah setiap negeri mempunyai titik rujukan origin tersendiri. Namun pengintegrasian boleh dibuat melalui unjuran semula kepada RSO. Kaedah ini akan menambahkan selisih kerana proses transformasi polinomial yang dilaksanakan.
- d) Sistem yang menggunakan kaedah bearing dan jarak serta sistem unjuran Cassini tidak mampu menyokong sepenuhnya keperluan teknologi GIS dan GPS yang berasaskan koordinat. Sistem berkoordinat pula mesti seragam sebelum teknologi terkini dapat digunakan dengan berkesan.
- e) Perbezaan sistem koordinat dalam ukur kadaster (Cassini) dan pemetaan (RSO) telah menimbulkan masalah ketidaksesuaian apabila melibatkan pengintegrasian pangkalan data digital kadaster dan pemetaan.

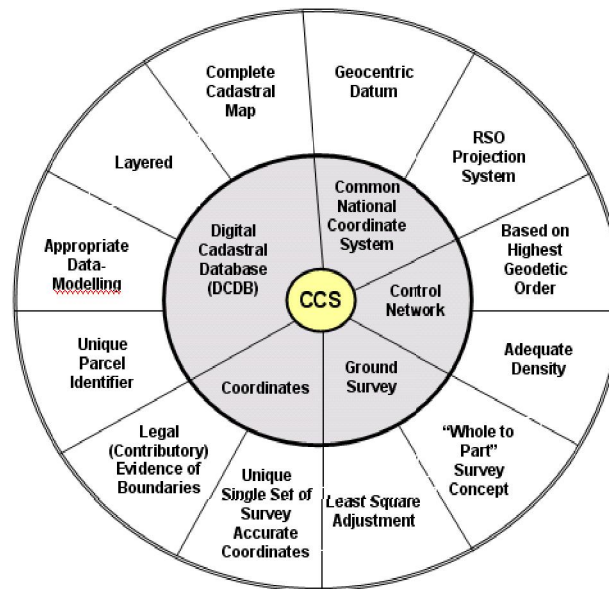
JUPEM melalui program reformasi kadaster telah membuat kajian potensi-potensi penggunaan CCS kepada sistem ukuran kadaster untuk Semenanjung Malaysia. Sistem ini dijangkakan boleh membantu mewujudkan DCDB nasional dan memudahkan perekodan, pengurusan, pengolahan, pemprosesan dan pengemaskinian data-data kadaster nasional secara seragam. Seterusnya

sistem ini akan mampu menyokong sepenuhnya penubuhan sistem maklumat tanah dan meningkatkan keberkesanan pengurusan tanah di Semenanjung Malaysia melalui pewujudan satu sistem perihal persempadanan lot yang konsisten [Azmi,2004]

Model Asas Pelaksanaan CCS Semenanjung Malaysia

Rajah model konsep di atas adalah yang dicadangkan untuk pelaksanaan CCS di Semenanjung Malaysia dengan mewujudkan lima entiti utama yang merupakan asas kepada semua aspek atau atribut iaitu;-

- Pembangunan Sistem Koordinat Kebangsaan
- Pewujudan Infrastruktur Kawalan Kadaster
- Pangkalan Data Koordinat.
- Amalan Ukuran Kadaster



i. Pembangunan Sistem Koordinat Kebangsaan

Malayan Revised Triangulation [MRT] merupakan rangkaian geodetik utama yang digunakan di Semenanjung Malaysia berasaskan elipsoid Modified Everest dengan originnya di Kertau, Pahang. Ianya telah direalisasikan melalui 70 stesen trigonometri yang telah dihubungkan melalui 340 cerapan sudut dan dua penentuan jarak geoidal. Rangkaian geodetik utama ini yang digunakan selama ini sebenarnya mempunyai selisih kedudukan sebanyak 3.40 meter dan juga tidak mempunyai skala yang seragam kerana kelemahan dalam cerapan garisan dasar pada MRT [Shahabuddin, 1980]. Walaupun selisih ini tidak ketara bagi ukuran yang dilaksanakan di kawasan yang kecil seperti dalam ukuran kadaster dan untuk tujuan pemetaan berskala kecil. Ianya tidak serasi dengan kejituan yang diperlukan bagi penggunaan teknologi GPS dan GIS pada tahap sentimeter. Tambahan pula, kebanyakan stesen trigonometri ini kini telah rosak dan tidak dijaga dengan baik.

JUPEM telah menerokai penggunaan GPS untuk membangunkan rangkaian geodetik berasaskan datum geosentrik mulai 1992. Jaringan Geodetik Primer Semenanjung Malaysia atau *Peninsular Malaysia Primary Geodetic Network* (PMPGN) direalisasikan melalui 238 stesen GPS yang telah diselaraskan dengan stesen Malaysian Active GPS Station (MASS). Manakala stesen MASS pula telah dikaitkan kepada *International Terrestrial Reference Frame* (ITRF) dan koordinatnya telah ditetapkan secara mutlak pada ITRF2000 epok 00.0 dengan kejituan 1 hingga 3 sm yang dinamakan GDM2000. GDM2000 adalah datum yang dianggap sebagai tetap pada satu epok dan ianya diterima kerana Malaysia dianggap berada pada plat tektonik yang stabil.

Pelaksanaan datum geosentrik akan mengizinkan proses pengkoordinasikan semula pangkalan data secara seragam pada tahap sentimeter. Oleh kerana keperluan untuk mengekalkan kejituan yang tinggi maka formulasi unjuran telah dibentuk supaya hasil cerapan kawalan GPS dapat diunjurkan terus kepada Cassini atau RSO dan sebaliknya tanpa penurunan tahap kejituan.

Pelaksanaan entiti utama dalam kajian perintis kolaboratif JUPEM/LJT telah dipenuhi dengan adanya rangkaian MASS dan PMPGN yang merupakan realisasi datum geosentrik untuk Malaysia. Rangkaian yang sama juga telah ditubuh di Sabah dan Sarawak. Unjuran geosentrik Cassini dan RSO telah dikekalkan supaya pindaan prosedur sedia ada samada di padang atau di pejabat dapat diminimakan. Namun, formulasi telah dibentuk supaya proses penukaran antara unjuran Cassini dan RSO dapat dilaksanakan dengan mudah. Oleh kerana unjuran-unjuran ini hanya merupakan salah satu kaedah visualisasi maka DCDB nasional pada era CCS akan mempunyai koordinat geodetik yang bersesuaian untuk visualisasi menggunakan komputer.

ii. Pewujudan Infrastruktur Kawalan Kadaster

Pewujudan infrastruktur kawalan kadaster diperlukan di dua peringkat pelaksanaan CCS iaitu semasa proses penyelarasan semula pangkalan data dan semasa pengukuran baru dijalankan pada era CCS. Dua aspek yang perlu diberi perhatian semasa menyediakan kawalan kadaster adalah untuk memastikan bahawa ianya diikatkan ke kawalan yang paling tinggi tahap kejituan dan mempunyai kepadatan yang mencukupi. Aspek penyediaan kawalan berperingkat merupakan konsep asas dalam semua pengukuran. Rangkaian utama yang telah diwujudkan untuk merealisasikan GDM2000 telah diselaraskan pada dua peringkat iaitu dari stesen IGS ke MASS dan dari MASS ke PMPGN. Pewujudan kawalan yang berperingkat akan meningkatkan perambatan ralat maka adalah penting proses pewujudan kawalan dilaksanakan dengan ikatan ke rangkaian yang paling tinggi tahapnya.

Kepadatan kawalan yang diperlukan perlu dikaji dengan teliti supaya objektif mengawal ralat dapat dicapai dalam julat 3sm, mengikut tafsiran CCS yang telah diterangkan di atas. Hasil daripada kajian yang telah dibuat dalam projek ke arah pelaksanaan CCS untuk Malaysia didapati grid kawalan yang dapat memenuhi kejituan dalam tafsiran CCS adalah 2.5 x 2.5 km untuk luar bandar dan 500 x 500 meter untuk kawasan bandar [Abd. Majid et.al, 2002]. Namun ianya didapati lebih sesuai jika cerapan ikatan menggunakan GPS dibuat melalui grid 10 x 10 km sebelum diikat kepada kawalan GPS yang akan disambung kepada batu sempadan yang terdekat yang berada dalam keadaan baik. Monumen untuk stesen kawalan kadaster [TKK] hendaklah pada lokasi sesuai dan stabil bagi mengizinkan cerapan GPS dibuat dengan baik.

Pada prinsipnya semua batu sempadan lot dalam DCDB akan diberikan koordinat geosentrik Cassini dan RSO. Koordinat untuk batu sempadan diperolehi dari hasil pelarasan DCDB dengan memasukkan nilai-nilai bering dan jarak dalam persamaan cerapan sementara koordinat monumen GPS ditetapkan. Sebelum proses pelarasan, pengukuran bagi garisan sambungan antara batu sempadan dan monumen perlu dibuat.

Monumen kawalan ini perlu di selenggara dari masa ke masa dan sebarang monumen yang rosak atau hilang perlu diganti serta diikuti dengan cerapan semula untuk mendapat koordinat yang baru. Semua keperluan ini akan dikaji semula memandangkan bahawa rangkaian RTK kebangsaan akan dapat membekalkan kawalan yang lebih seragam untuk kawasan yang luas.

iii. Pangkalan Data

Pewujudan pangkalan data nasional merupakan asas utama bagi membolehkan CCS berfungsi. Perkembangan komputer telah mengizinkan pangkalan data negeri dan negara disimpan dengan sistematik serta tanpa batas. Namun, adalah penting pewujudan pangkalan ini memberi perhatian kepada kesempurnaan peta asas yang meliputi keseluruhan negara serta berkejituan tinggi. Pewujudan pangkalan data ini tentu akan mengambil masa yang agak panjang dan perlu dikemaskini dari masa ke masa.

Proses pewujudan adalah melalui *key-in* maklumat bering dan jarak ke dalam DCDB. Sebarang unjuran dan pelarasan perlu dibuat untuk menghasilkan koordinat dalam sistem baru iaitu

GDM2000. Seterusnya setiap batu sempadan perlu mempunyai informasi mengenai koordinat serta kejituan melalui *coding* yang sesuai. Sehubungan dengan perkara di atas, adalah jelas bahawa hak milik sementara (QT) perlu juga dimasukkan dalam DCDB sebagai lapisan berasingan supaya pangkalan data yang diwujudkan boleh dianggap sebagai lengkap.

Dalam DCDB, setiap lot perlu diberi nombor yang unik secara nasional. Berkaitan dengan perkara ini, didapati sistem hirakikal yang telah wujud dalam JUPEM adalah bersesuaian. DCDB ini akan mengandungi lapisan-lapisan FT dan QT dan setiap lot dikenali dengan nombor yang unik untuk keseluruhan Semenanjung Malaysia. Maka adalah penting data model yang dicadangkan perlu mengambil kira keperluan data-data spatial negara melalui infrastruktur data spatial negara. Selepas pewujudan DCDB, langkah-langkah perlu diambil untuk memberi pangkalan ini taraf sah dari sisi perundangan. DCDB sedemikian boleh dianggap sebagai CP bersambungan yang besar. Seterusnya akan diikuti dengan dihentikan penggunaan CP serta penerimaan DCDB sebagai sah di sisi undang-undang. Bagi merealisasikan perkara ini, keutamaan perlu diberi kepada isu-isu kejituan, reliabiliti, serta kemaskinian DCDB.

iv. Koordinat.

Konsep CCS yang dicadangkan untuk Malaysia akan memberi koordinat yang ditawan dalam DCDB taraf sah di sisi perundangan. Koordinat akan digunakan untuk penentuan sempadan dan nilai mutlak selepas pelarasan akan menjadi penyumbang utama bukti kedudukan sebidang tanah. Punca utama yang selalu menimbulkan kebimbangan di kalangan pengukur adalah pemberian koordinat taraf sah di sisi perundangan. Pelaksanaan CCS tidak dapat mengelakkan dari mencari penyelesaian kepada isu-isu teknikal. Namun begitu, isu-isu perundangan tidak boleh diabaikan kerana sebahagian besar penyelesaian teknikal akan melibatkan perundangan.

Walaupun demikian, perundangan dan arahan rasmi bukanlah merupakan penghalang utama dalam pelaksanaan CCS kerana ianya adalah dinamik dan dijangka berubah mengikut permintaan semasa. Pendirian ini adalah paling sesuai memandangkan bahawa perubahan dasar akan diikuti dengan perubahan dalam perundangan. Maka adalah penting pelaksanaan CCS untuk Malaysia memberi penekanan kepada keperluan untuk memperkenalkan CCS dan mencari penyelesaian kepada isu-isu teknikal sebelum meninjau kemungkinan pindaan perundangan untuk menyokong objektif CCS.

Pada asasnya, CCS akan menjadikan koordinat sebagai bukti sah dari sisi undang-undang dan nilainya merupakan satu pasang nilai koordinat muktamat yang unik selepas pelarasan. Selain daripada keunikan koordinat ianya juga disokong dengan maklumat mengenai kejituan koordinat tersebut. Oleh kerana koordinat dan kejituan bergantung kepada perubahan dalam datum dan unjuran yang dicadangkan maka adalah penting unsur koordinat ini diterangkan berdasarkan perubahan yang berlaku pada koordinat yang lama.

Perubahan atau anjakan ini adalah di dalam julat 200m ke arah timur laut jika perbandingan dibuat antara koordinat MRT dan GDM2000. Namun, perubahan dan koordinat kerana unjuran adalah hampir sama dengan yang disebabkan oleh perubahan datum. Selain daripada memberi koordinat taraf sah dari sisi undang-undang, terdapat juga persoalan sama ada batu sempadan perlu ditanam untuk menunjukkan kedudukan sempadan kepada tuan punya tanah. Daripada kajian yang dilaksanakan di Kanada didapati bahawa 86% menjawab bahawa ia perlu ditanam. Oleh itu pelaksanaan CCS di Malaysia akan mengambil pendekatan bahawa batu perlu ditanam walaupun koordinat diberi kedudukan sah dari segi perundangan.

v. Amalan Ukuran Kadaster

Amalan ukuran kadaster pada era CCS perlu mengutamakan pengukuran di padang supaya sebidang tanah ditentukan dengan tetap atas tanah dan ditandakan dengan batu sempadan. Peraturan sedia ada memerlukan ukuran kadaster diikat ke stesen trigonometri tetapi pada era

CCS ianya perlu diikat ke kawalan kadaster yang telah ditubuhkan di atas. Peraturan ukur yang sedia ada akan dipinda untuk memberi keutamaan kepada kawalan kadaster yang baru kerana mempunyai kejituan yang tinggi.

Oleh kerana koordinat diberi keutamaan maka dijangkakan bahawa teknik dan prosedur yang baru akan dibangunkan bagi mempercepatkan sistem penyampaian. Adalah dijangkakan GPS akan digunakan dengan meluas serta dibantu dengan alat total station. Prosedur ukuran kadaster sedia ada adalah agak rigid dan pembangunan sistem boleh menyekat cara pengukuran dan seterusnya melambatkan pengukuran di padang. Kaedah era CCS akan mengizinkan cara cerapan dilaksanakan dengan fleksibel sebagai contoh adalah kaedah radiasi.

Memandangkan kos pengukuran di padang adalah paling mahal maka adalah penting fleksibiliti diberi kepada pengukur untuk mempercepatkan proses penawanan data. Antara perubahan yang ketara adalah proses pelarasan yang menggunakan kaedah kuasa dua terkecil (LSA).

Kaedah pelarasan LSA digunakan untuk penentuan semula koordinat dalam DCDB dan juga semasa pengukuran kadaster untuk penentuan sempadan. Secara umumnya, kajian oleh pakar menunjukkan pelarasan LSA adalah lebih jitu berbanding dengan cara Bowditch yang digunapakai sekarang. Ianya juga hanya akan mempunyai kejituan yang sama bila kejituan unsur cerapan dianggap sebagai sama. Dengan perkembangan teknologi komputer maka kaedah pelarasan LSA telah memberi fleksibiliti dan kehebatan yang lebih ketara.

Faedah Pelaksanan CCS

Melalui kajian perintis kolaboratif JUPEM/UTM/LJT, jangkaan faedah-faedah yang dikenal pasti dari pelaksanaan CCS kepada sistem ukuran kadaster.

- a) Peningkatan ketepatan jaringan kadaster dan meminimumkan perambatan ralat ukur melalui teknik pelarasan kuasa dua terkecil yang berlandaskan konsep pelarasan *whole to part*.
- b) Selaras dengan perkembangan sistem GIS dan teknologi GPS berdasarkan konsep koordinat sebagai unit asas.
- c) Menggunapakai hanya satu datum rujukan homogen (seragam) bagi aktiviti ukur kadaster, ukur kejuruteraan dan pemetaan Semenanjung Malaysia.
- d) Mampu menyokong mewujudkan DCDB dan bersedia untuk GIS Semenanjung Malaysia melalui kemampuan berintegrasi di antara pangkalan data topografi (CAMS) dengan data-data kadaster.
- e) Membantu pembangunan data-data digital kadaster dan memudahkan proses perekodan, pengurusan, pengelolahan, pemprosesan, pengemaskinian dan visualisasi komputer.
- f) Membantu meningkatkan keberkesanan pengurusan GIS Semenanjung Malaysia dengan sistem koordinat yang memperihal persempadanan yang konsisten.
- g) Membantu menambah kecekapan teknik ukur melalui aplikasi teknik-teknik ukur berteknologi tinggi seperti total station dan GPS.
- h) Membantu meminimumkan pertindihan persempadanan apabila sistem perihal tanda sempadan yang mempunyai nilai pasangan koordinat yang unik.

Sebagai kesimpulannya, pengenalan CCS kepada sistem kadaster negara sememangnya tepat pada masanya kerana sistem sedia ada kurang memanfaatkan sepenuhnya untuk menerima pakai teknologi ukur termaju seperti sistem total station, GPS dan GIS. Bagi merealisasikan pelaksanaan CCS yang mantap dan efisien, maka perlu disediakan suatu model asas CCS yang sesuai dengan persekitaran dan mengikut keperluan sistem kadaster negara (Semenanjung Malaysia) dan ini boleh dilaksanakan selepas penilaian ke atas projek perintis yang menunjukkan ianya berfaedah untuk mewujudkan pangkalan data ukur kadaster yang berkejituan tinggi (koordinat terlaras) dan berbentuk nasional (datum rujukan koordinat yang homogen).