

PENILAIAN KETEPATAN PANGKALAN DATA DIGITAL UKUR KADASTER KEBANGSAAN (PDUKK) MENGGUNAKAN KERANGKA TOYOTA WAY A3

*Accuracy Assessment of National Cadastral Database (NDCDB) Utilizing the
TOYOTA Way A3 Framework*

Sr Hazida Hamzah, Sr Looi Kam Seng, Sr Prabakaran Supramaniam
Bahagian Kadaster,
Jabatan Ukur dan Pemetaan Selangor,
Kementerian Sumber Asli dan Kelestarian Alam (NRES)
e-mel: hazida@jupem.gov.my

Abstrak

Pangkalan Data Ukur Kadaster Kebangsaan yang dikenali sebagai *National Digital Cadastral Database* (NDCDB) dengan ketepatan $\pm 10\text{cm}$ bagi kawasan luar bandar dan $\pm 5\text{cm}$ bagi kawasan bandar telah dibangunkan sejak tahun 2010 [1]. Sehingga kini, terdapat lebih kurang 7.8 juta lot tanah dengan 22 juta tanda sempadan dalam NDCDB yang meliputi keluasan 132,183 km^2 di seluruh Semenanjung Malaysia termasuk Wilayah Persekutuan Labuan. Sejak sistem eKadaster diperkenalkan, pelarasan NDCDB telah dilaksanakan secara berterusan sehingga kini dan nilai-nilai ukuran NDCDB dijadikan sebagai kriteria pelarasan kepada ukuran-ukuran baharu. Kajian ini dijalankan bagi tujuan menilai ketepatan NDCDB dengan memperkenalkan metodologi baharu berpanduan konsep Toyota Way A3 bagi melaraskan ketepatan NDCDB sedia ada dengan mengekalkan penggunaan modul-modul eKadaster. Metodologi yang diperkenalkan mengambil kira semakan menyeluruh di pejabat dan lapangan sehingga mencapai nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang memuaskan. Kawasan liputan kajian tertumpu kepada laluan *East Cost Rail Link* (ECRL) daripada Daerah Dungun ke Besut yang mana hasil cerapan yang dijalankan memberikan nilai anjakan 1 hingga 6 meter berbanding nilai koordinat NDCDB yang ditunjukkan dalam Pelan Pengambilan Balik Tanah. Tiga (3) blok pelarasan yang terlibat bagi kawasan tersebut adalah T10701, T1100101 dan T1100102 yang terletak dalam Mukim Kawah dan Mukim Pelagat di Negeri Terengganu. Hasil dapatan kajian membuktikan ketepatan meningkat dengan perbezaan nilai anjakan *Ground Proofing* (GP) dapat dikurangkan sehingga ± 4 meter berdasarkan kepada sampel 7 STN_ID bagi blok T100102. Selain itu, nilai RMSE juga menunjukkan nilai yang rendah iaitu nilai koordinat terlaras NDCDB telah dibandingkan dengan nilai koordinat cerapan *Real Time Kinematik* (RTK) [2] di atas tanda sempadan bagi menentukan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) [3]. Nilai RMSE bagi selisih koordinat tiga (3) blok pelarasan yang terlibat telah dihitung dan nilai RMSE blok T10701 adalah 0.124 meter, T1100101 adalah

0.080 meter dan T100102 adalah 0.165 meter. Daripada nilai GP dan RMSE yang diperolehi, dapat disimpulkan bahawa metodologi baharu ini adalah praktikal untuk mengukuhkan ketepatan kedudukan NDCDB yang diguna pakai di Malaysia.

Kata kunci: eKadaster, Pelarasan, Tanda Rujukan Kadaster, Pangkalan Data Ukur Kebangsaan, Pangkalan Data Ukur Kebangsaan, Pangkalan Data Kadaster Digital Nasional, Pembuktian Tanah dan Ralat Kuadrat Purata (RMSE)

Abstract

The National Digital Cadastral Database (NDCDB), with an accuracy of +10cm for rural areas and +5cm for urban areas, has been developed since 2010. As of now, there are approximately 7.8 million land lots with 22 million boundary markers in the NDCDB, covering an area of 132,183 km² across Peninsular Malaysia, including the Federal Territory of Labuan. Since the introduction of the eKadaster system, adjustments to the NDCDB have been continuously implemented, and the measurements from the NDCDB have been used as criteria for adjustments to new measurements. This study aims to evaluate the accuracy of the NDCDB by introducing a new methodology based on the Toyota Way A3 concept to adjust the existing accuracy of the NDCDB while maintaining the use of eKadaster modules. The introduced methodology involves a comprehensive review both in the office and in the field to achieve a satisfactory Root Mean Square Error (RMSE) value. The study area focuses on the East Coast Rail Link (ECRL) route from Dungun District to Besut, where the observations carried out yielded a shift value of 1 to 6 meters compared to the coordinate values of the NDCDB shown in the Land Acquisition Plan. Three (3) adjustment blocks involved in this area are T10701, T1100101, and T1100102, located in Mukim Kawah and Mukim Pelagat in Terengganu. The study results demonstrate that accuracy improves, with the difference in Ground Proofing (GP) shift values reduced to +4 meters based on samples from 7 STN_ID for block T100102. Additionally, the RMSE value also indicates a low value, as the adjusted NDCDB coordinate values were compared with the Real-Time Kinematic (RTK) coordinate values on the boundary markers to determine the Root Mean Square Error (RMSE). The RMSE values for the coordinate differences of the three (3) adjustment blocks were calculated, with the RMSE for block T10701 being 0.124 meters, T1100101 being 0.080 meters, and T100102 being 0.165 meters. Based on the obtained GP and RMSE values, it can be concluded that this new methodology is practical for enhancing the positional accuracy of the NDCDB used in Malaysia.

Keywords: eKadaster, Adjustment, Cadastral Reference Mark, National Survey Database, National Digital Cadastral Database, Ground Proofing, Root Mean Square Error

PENGENALAN

Pelaksanaan konsep pengukuran berasaskan koordinat dalam sistem eKadaster di Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) telah diperkenalkan pada 1 Mei 2010 [1]. Dengan perkembangan teknologi berasaskan geospasial iaitu Sistem Maklumat Geografi (GIS) dan *Global Navigation Satellite System* (GNSS) memberi kesan kepada NDCDB kerana pembangunannya adalah berasaskan kepada ketepatan pangkalan data kadaster yang lama iaitu Pangkalan Data Ukur Kadaster (PDUK).

NDCDB mempunyai ketepatan yang rendah disebabkan oleh limitasi ketepatan peralatan pengukuran tradisional, teknik pelarasan dan perubahan teknologi dari semasa ke semasa. Pada masa lalu, ketepatan relatif lebih diberi keutamaan berbanding ketepatan absolut. Oleh kerana pengukuran tradisional kadaster adalah berasaskan kaedah relatif, penyebaran ralat (propagation of error) yang terdapat dalam NDCDB tidak dapat dielakkan. Pengurusan NDCDB menjadi rumit di mana ianya melibatkan pelbagai kategori ketepatan data berpunca daripada kelas data pengukuran tradisional yang sedia ada dalam PDUK.

Dalam sistem eKadaster, prosedur hitungan ukuran bergantung sepenuhnya pada nilai-nilai NDCDB untuk proses semakan kualiti sehingga pengeluaran Pelan Akui (PA). Nilai-nilai yang ditunjukkan dalam PA adalah sah dan sah sah menurut undang-undang sepertimana yang digariskan dalam Seksyen 396 dan 411 Kanun Tanah Negara Akta 828 (KTN). PA merupakan satu dokumen yang sah dari sudut perundangan bagi representasi suatu lot tanah dan ia hendaklah diperakukan sebagai suatu pelan yang sah dan betul oleh Pengarah Ukur dan Pemetaan (PUPN) serta disimpan di pejabatnya menurut Seksyen 410 KTN.

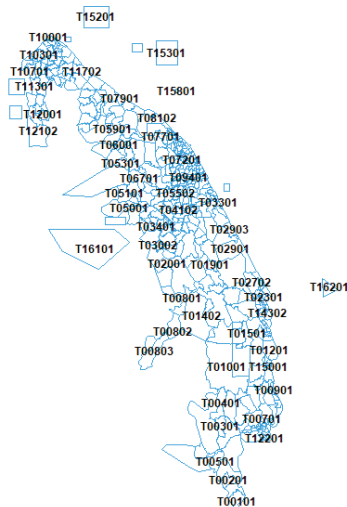
NDCDB dibangunkan untuk menjadi pangkalan data yang homogenous dan selaras dengan koordinat berketepatan $\pm 10\text{cm}$ dengan rujukan kepada Datum Geosentrik Malaysia yang dikenali sebagai GDM2000 Cassini Soldner [1]. Bagi tujuan pelarasan ganda dua terdikit, blok pelarasan telah dipecahkan kepada blok-blok yang lebih kecil dengan jumlah keseluruhannya sebanyak 5,163 blok merangkumi Semenanjung Malaysia dan Wilayah Persekutuan Labuan sepertimana dalam Jadual 1.

Di Negeri Terengganu, sebanyak 413 blok pelarasan telah diwujudkan sepertimana dalam Rajah 1. Kepadatan dan jaringan titik kawalan sangat penting untuk pelarasan blok bagi tujuan meminimumkan kesan selisih pengukuran seperti Rajah 2. Dari tahun 2010 sehingga kini, proses pelarasan blok dijalankan secara berterusan bagi mencapai ketepatan $\pm 10\text{cm}$ sepertimana yang digariskan dalam Pekeliling Ketua Pengarah Ukur dan Pemetaan Bil 6 Tahun 2009. Pelarasan blok juga hanya tertumpu kepada blok-blok yang mengandungi fail-fail

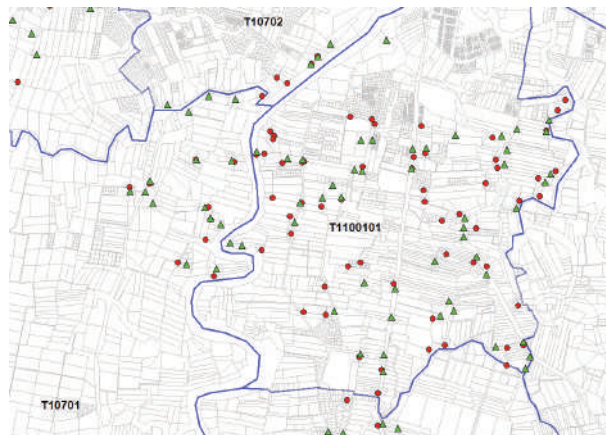
ukuran baharu dan di kawasan yang membangun. Disebabkan jumlah blok pelarasan yang banyak, ada juga blok-blok yang terlepas pandang dan tidak dilaras sejak tahun 2010. Oleh itu, ketepatan bagi blok-blok yang tidak dilaras ini adalah sangat diragui. Penggunaan data NDCDB yang tidak dilaras dan disahkan di lapangan menyebabkan ralat kedudukan dan boleh memberi kesan kepada aspek perundangan.

NO.	STATE	NEW BLOCK OF ADJUSTMENT
1.	PERLIS	84
2.	LABUAN	10
3.	MELAKA	230
4.	N. SEMBILAN	364
5.	P. PINANG	244
6.	PAHANG	466
7.	WPKL/PUTRAJAYA	141
8.	KEDAH	378
9.	PERAK	868
10.	KELANTAN	444
11.	SELANGOR	692
12.	TERENGGANU	413
13.	JOHOR	829
	TOTAL	5163

Jadual 1: Perincian jumlah blok-blok mengikut negeri



Rajah 1: Blok pelarasan Terengganu



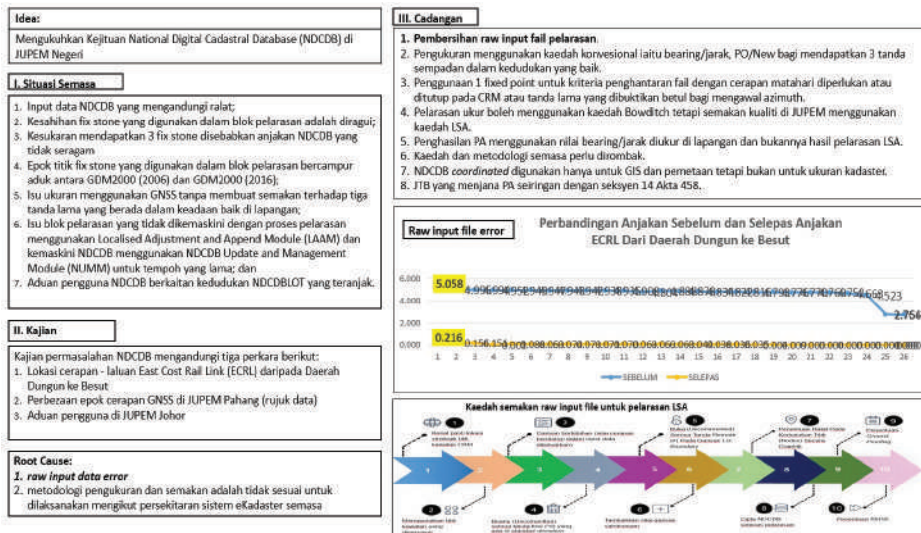
Rajah 2: Taburan titik kawal dan GP dalam blok pelarasan

OBJEKTIF

Matlamat kajian dijalankan bagi tujuan menilai ketepatan NDCDB dengan menggunakan metodologi baharu bagi melaras ketepatan NDCDB sedia ada. Umumnya, pelarasan NDCDB dilakukan bagi mencapai ketepatan $\pm 10\text{cm}$ antara nilai koordinat terlaras berbanding dengan nilai koordinat tanda sempadan di lapangan. Ini adalah bagi memenuhi keperluan semakan kualiti yang mana toleransi ketepatan ukuran ditetapkan $\pm 10\text{cm}$ [2]. Sehingga kini, bilangan blok pelarasan yang berketepatan $\pm 10\text{cm}$ adalah kurang ekoran daripada kekurangan data Ground Profing (GP) bagi tujuan semakan anjakan koordinat NDCDB [4].

Metodologi pengukuran semasa dalam sistem eKadaster adalah menganggap bahawa nilai koordinat NDCDB adalah tepat dan dijadikan asas semakan ukuran. Sebaliknya, pengukuran yang dijalankan perlu menyemak terlebih dahulu kedudukan tanda-tanda sempadan dan dibuktikan berada dalam kedudukan betul di mana lokasi fizikal tanda sempadan di lapangan seharusnya mengikut nilai NDCDB dengan had toleransi $\pm 10\text{cm}$.

Antara faktor kerja pengukuran yang dijalankan tidak diterima oleh pemproses semakan di pejabat adalah disebabkan ketepatan NDCDB yang tidak konsisten. Ia terjadi kerana nilai yang dicerap adalah berbeza dan berada di luar had $\pm 10\text{cm}$ berbanding nilai yang terdapat pada NDCDB. Oleh yang demikian, suatu kajian berpanduan konsep Toyota Way A3 akan dilaksanakan bagi menilai dan menambah baik ketepatan NDCDB.



Rajah 3: Kajian penyelesaian masalah Toyota Way A3

Kajian penyelesaian masalah Toyota Way A3 telah meletakkan selisih input data sebagai punca permasalahan utama. Senarai input data tidak pernah disemak dan menganggap bahawa ianya adalah betul sebagaimana dalam PA sejak tahun 2010 sehingga kini. Sehubungan itu, isu dan masalah input data harus dikenal pasti dan saranan metodologi baharu yang terperinci diberi keutamaan dalam rombakan pelarasan

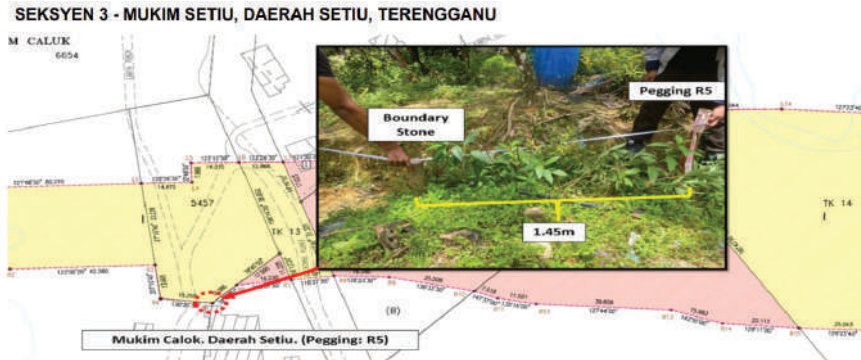
ISU DAN PERMASALAHAN

Dari tahun 2010 sehingga sistem eKadaster dilaksanakan, JUPEM Negeri masih menghadapi masalah yang boleh membawa kepada implikasi kelancarannya dan juga dari segi aspek kecelaruan data. Perkara ini seterusnya boleh membawa kesan kepada aspek perundangan. Berikut merupakan antara isu dan permasalahan NDCDB yang dikenal pasti dihadapi oleh JUPEM negeri [3]:

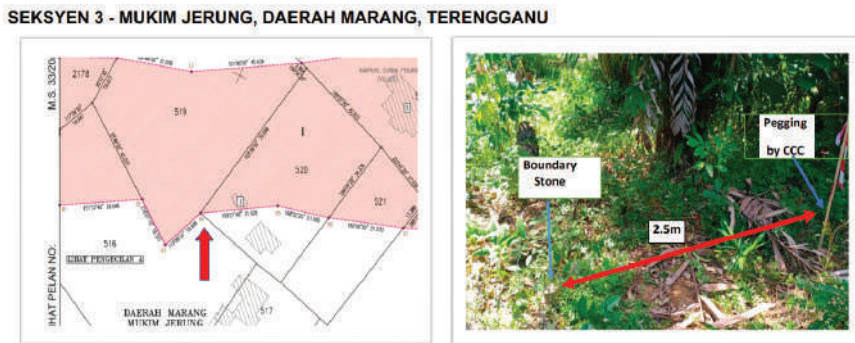
- i. Input data pelarasan NDCDB yang mengandungi ralat;
- ii. Kesahihan *fix stone* yang digunakan dalam blok pelarasan adalah diragui;
- iii. Epok titik *fix stone* yang digunakan dalam blok pelarasan bercampur aduk antara GDM2000 (2006) dan GDM2000 (2016);
- iv. Isu ukuran menggunakan GNSS tanpa membuat semakan terhadap tiga tanda lama yang berada dalam keadaan baik di lapangan;
- v. Isu blok pelarasan yang tidak dikemaskini dengan proses pelarasan menggunakan *Localised Adjustment and Append Module* (LAAM) dan kemaskini NDCDB menggunakan NDCDB *Update and Management Module* (NUMM) untuk tempoh yang lama; dan
- vi. Aduan pengguna NDCDB berkaitan kedudukan NDCDBLOT yang teranjak.

Kajian ini menfokuskan kepada kes pengambilan tanah bagi laluan ECRL di Negeri Terengganu. Dalam kes tersebut, sekiranya NDCDB yang digunakan dalam penyediaan Pelan Pengambilan Balik Tanah bagi tujuan peng wartaan Seksyen 8 Akta Pengambilan Tanah (APT) 1960 Akta 486 berada dalam had ketepatan $\pm 10\text{cm}$, maka tandaan (*pegging*) di atas tanah mengikut Seksyen 9 akta yang sama berdasarkan kepada koordinat dalam Pelan Pengambilan Balik Tanah mestilah juga berada dalam had ketepatan yang boleh diterima bagi tujuan pengambilan.

Walau bagaimanapun, tandaan (*pegging*) laluan ECRL menunjukkan anjakan yang ketara di atas permukaan tanah. Perbezaan kedudukan tanda sempadan di atas tanah berbanding dengan tandaan (*pegging*) laluan ECRL menggunakan kaedah cerapan GNSS adalah dalam julat 1.45 meter hingga 2.50 meter sepertimana Rajah 4 dan Rajah 5 dan nilai anjakan terbesar adalah 6.9 meter.

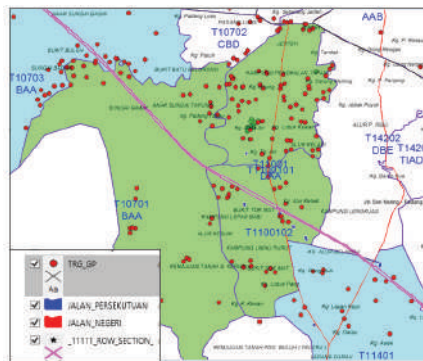


Rajah 4 : Perbezaan kedudukan tanda sempadan dan *pegging* laluan ECRL



Rajah 5 : Perbezaan kedudukan tanda sempadan dan *pegging* laluan ECRL

Semakan lanjut telah dijalankan terhadap blok yang terlibat iaitu T10701, T1100101 dan T1100102 yang terletak dalam Mukim Lubuk Kawah dan Mukim Pelagat, Daerah Besut, Negeri Terengganu seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6. Anjakan maksimum yang telah dikesan adalah $\pm 6m$ sepertimana yang ditunjukkan dalam Jadual 2. Blok-blok ini tidak pernah dibuat pelarasan sejak tahun 2010.



Rajah 6 : Lokasi Blok T10701, T1100101 dan T1100102

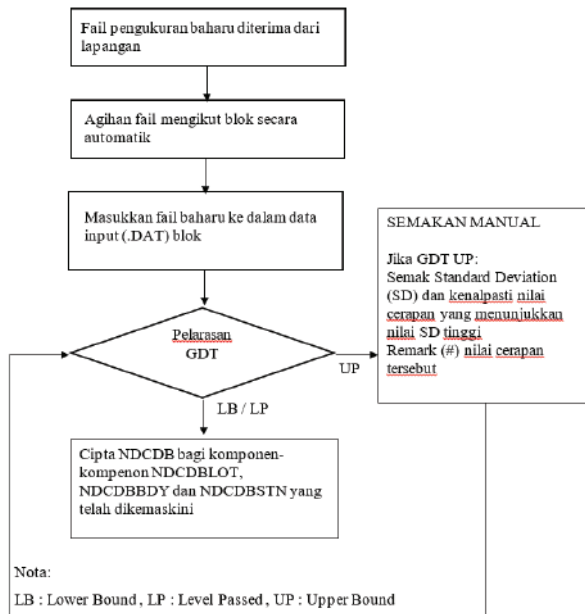
STN_ID	GP_T	GP_U	NDCDB_T	NDCDB_U	DIFF D1	(D1) ²	DIFF D2	(D2) ²	D ² =(D1) ² + (D2) ²	√D ²
7002152819	-47004.094	85290.247	-47004.112	85284.226	-6.021	36.252	-0.018	0.000	36.253	6.021
7442851754	-47446.814	85182.482	-47444.793	85177.445	-5.037	25.371	2.021	4.084	29.456	5.427
7269942089	-47276.903	84210.858	-47271.918	84210.873	0.015	0.000	4.985	24.850	24.850	4.985
7468044261	-47475.017	84428.012	-47470.073	84428.091	0.079	0.006	4.944	24.443	24.449	4.945
7064543070	-47068.626	84312.129	-47066.714	84309.115	-3.014	9.084	1.912	3.656	12.740	3.569
6818526099	-46823.655	82611.836	-46820.840	82611.802	-0.034	0.001	2.815	7.924	7.925	2.815
6593119580	-46594.158	81959.713	-46595.344	81959.908	0.195	0.038	-1.186	1.407	1.445	1.202
5951303522	-45955.215	80353.965	-45953.218	80353.915	-0.050	0.003	1.997	3.988	3.991	1.998
6149100938	-46150.961	80096.558	-46150.959	80095.471	-1.087	1.182	0.002	0.000	1.182	1.087

Jadual 2 : Magnitud anjakan bagi blok T10701, T1100101 dan T1100102

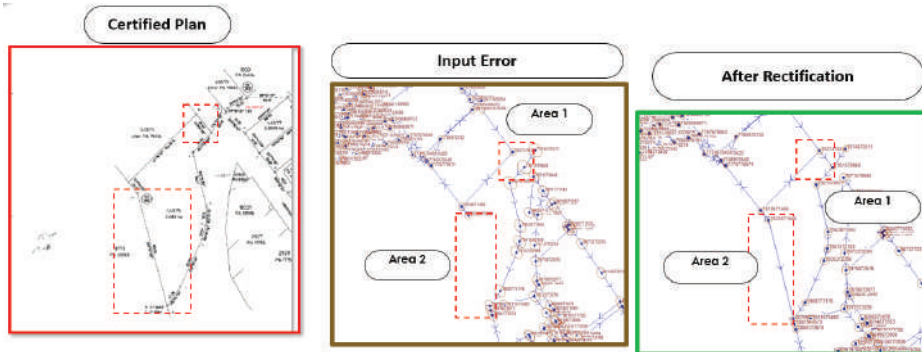
METODOLOGI

Secara umumnya, metodologi pelarasan semasa yang dilaksanakan di JUPEM negeri adalah seperti Rajah 7 iaitu tidak melibatkan fasa mengenalpasti terhadap keperluan mengesan ralat di dalam input data serta keperluan pelarasan dan proses pengesahan. Menurut Looi [4], kemasukan data input pelarasan hendaklah bebas daripada ralat kemasukan data berbanding dengan nilai PA.

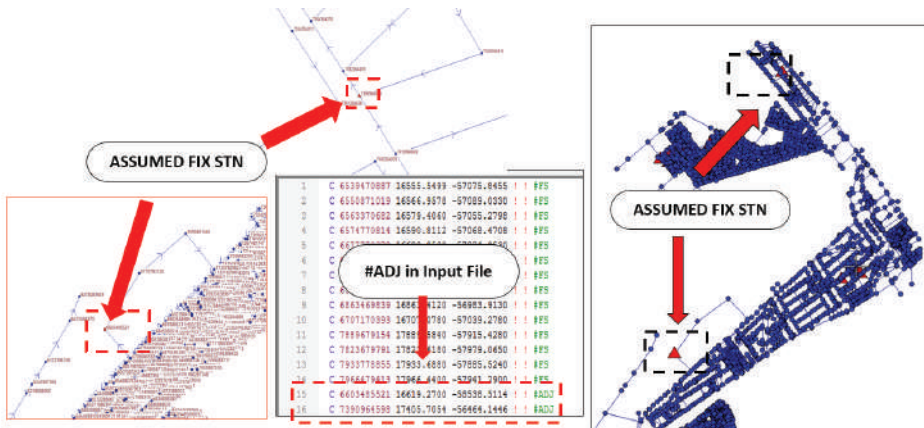
Rangkaian kawalan CRM yang dirancang dengan baik sangat penting dalam proses pelarasan blok [5]. Input data adalah sumber ralat utama, selain daripada jumlah CRM yang tidak mencukupi, kesilapan geometri lot dan kesilapan nilai garisan ikatan yang menyebabkan kedudukan tanda sempadan NDCDB berada pada kedudukan yang salah [4]. Ralat-ralat ini ditunjukkan sepertimana Rajah 8, Rajah 9 dan Rajah 10.



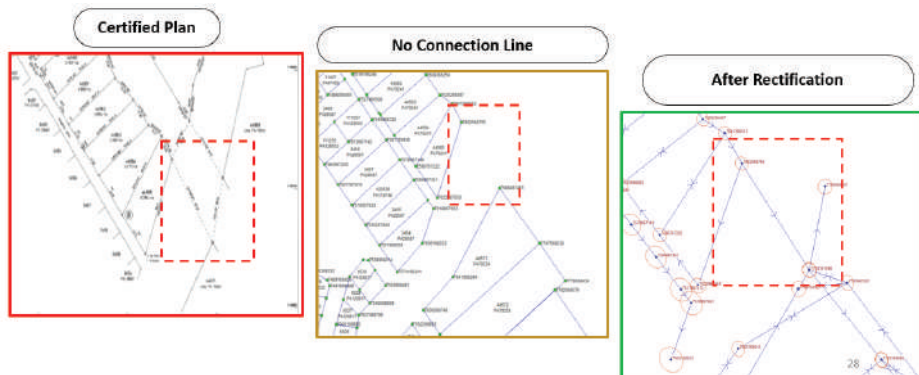
Rajah 7 : Metodologi pelarasan NDCDB semasa di JUPEM Negeri



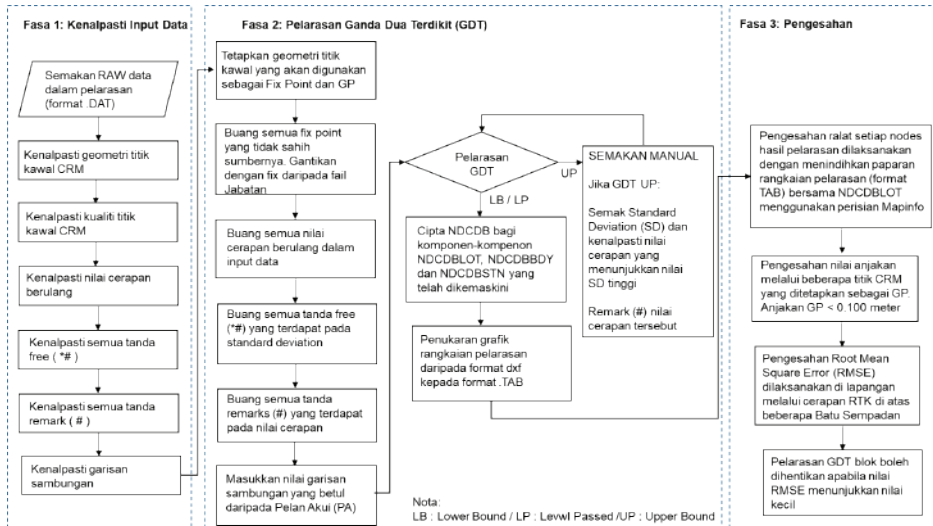
Rajah 8 : Kesilapan untuk garisan sempadan lot



Rajah 9 : Kesilapan untuk titik kawal



Rajah 10 : Kesilapan untuk garisan sambungan

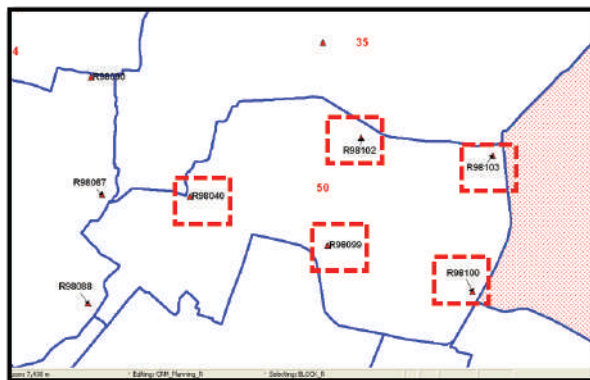


Rajah 11 : Metodologi baharu berdasarkan kerangka Toyota Way A3

Bagi menambahbaik ketepatan NDCDB, cadangan metodologi baharu dirangka dengan merujuk kepada kerangka Toyota Way A3 yang melibatkan 3 fasa utama iaitu Fasa 1: Kenalpasti input data, Fasa 2: Pelarasan Ganda Dua Terdikit (GDT) dan Fasa 3: Pengesahan seperti Rajah 11 . Metodologi baharu bagi 3 fasa utama dapat diringkaskan seperti berikut:

a) Kenal Pasti Lokasi Strategik Titik Kawalan CRM

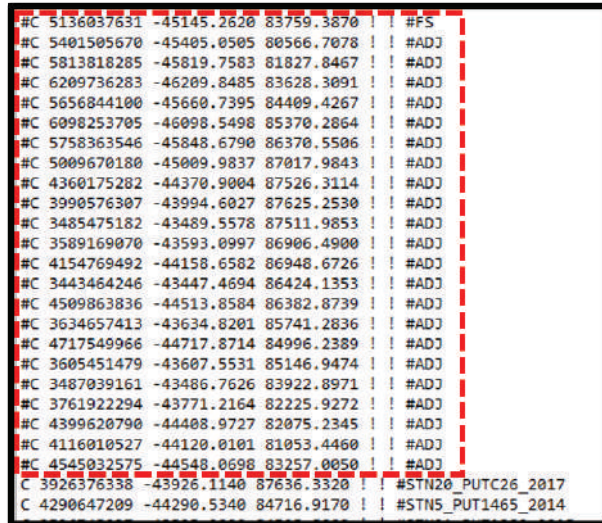
Kenal pasti lokasi geometri terbaik untuk titik kawalan CRM yang digunakan sebagai *fixed point* untuk pelarasan blok. Titik kawalan CRM yang tidak digunakan sebagai *fixed point* boleh digunakan sebagai pengesahan anjakan koordinat dalam blok pelarasan. Contoh lokasi geometri terbaik adalah seperti **Rajah 12**.



Rajah 12 : Contoh taburan titik Kawalan CRM

b) Menggunakan Titik Kawalan Yang Dipercayai

Semua *fixed point* sedia ada yang berstatus *adjusted* hendaklah diletakkan tanda *commented* (#) dan digantikan dengan data cerapan yang betul seperti Rajah 13. Tujuan tanda *commented* (#) diletakkan adalah untuk mengabaikan nilai *fixed point* tersebut semasa proses pelarasan blok dilaksanakan.

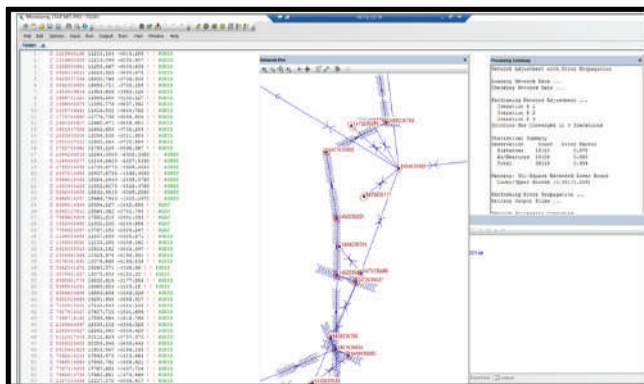


#C 5136037631	-45145.2620	83759.3870	!!	#FS
#C 5401505670	-45405.0505	80566.7078	!!	#ADJ
#C 5813818285	-45819.7583	81827.8467	!!	#ADJ
#C 6209736283	-46209.8485	83628.3091	!!	#ADJ
#C 5656844100	-45660.7395	84409.4267	!!	#ADJ
#C 6098253705	-46098.5498	85370.2864	!!	#ADJ
#C 5758363546	-45848.6790	86370.5506	!!	#ADJ
#C 5009670180	-45009.9837	87017.9843	!!	#ADJ
#C 4360175282	-44370.9004	87526.3114	!!	#ADJ
#C 3990576307	-43994.6027	87625.2530	!!	#ADJ
#C 3485475182	-43489.5578	87511.9853	!!	#ADJ
#C 3589169070	-43593.0997	86906.4900	!!	#ADJ
#C 4154769492	-44158.6582	86948.6726	!!	#ADJ
#C 3443464246	-43447.4694	86424.1353	!!	#ADJ
#C 4509863836	-44513.8584	86382.8739	!!	#ADJ
#C 3634657413	-43634.8201	85741.2836	!!	#ADJ
#C 4717549966	-44717.8714	84996.2389	!!	#ADJ
#C 3605451479	-43607.5531	85146.9474	!!	#ADJ
#C 3487039161	-43486.7626	83922.8971	!!	#ADJ
#C 3761922294	-43771.2164	82225.9272	!!	#ADJ
#C 4399620700	-44408.9727	82075.2345	!!	#ADJ
#C 4116010527	-44120.0101	81053.4460	!!	#ADJ
#C 4545032575	-44548.0698	83257.0050	!!	#ADJ
C 3926376338	-43926.1140	87636.3320	!!	#STN20_PUTC26_2017
C 4290647209	-44290.5340	84716.9170	!!	#STN5_PUT1465_2014

Rajah 13 : Adjusted fixed point diletakkan tanda *commented* (#)

c) Garisan Berlembang (Nilai Cerapan Berulang) Dalam Input Data Dikeluarkan

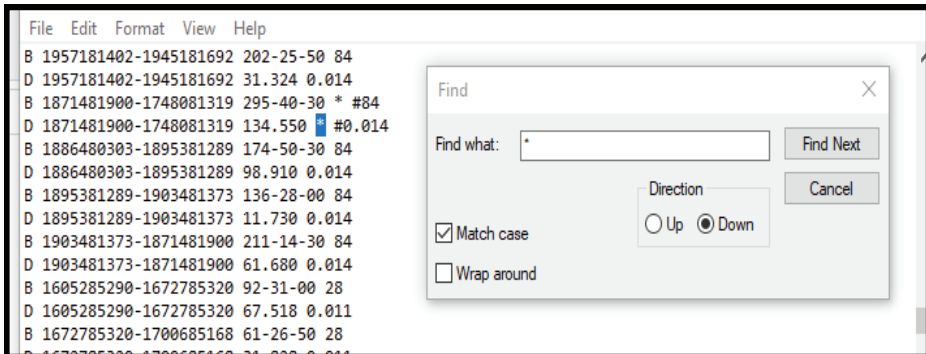
Garis berlembang bagi nilai cerapan berulang yang wujud dalam input data pelarasan hendaklah dikeluarkan sepertimana Rajah 14. Garisan berulang ini menyebabkan hasil statistik GDT adalah tidak tepat disebabkan nilai n (jumlah cerapan) banyak [7].



Rajah 14 : Garisan cerapan berulang ditunjukkan dalam plot diagram

d) Buang (*Uncommented*) Semua Tanda *Free* (*#) Yang Ada Di (*Standart Deviation*)

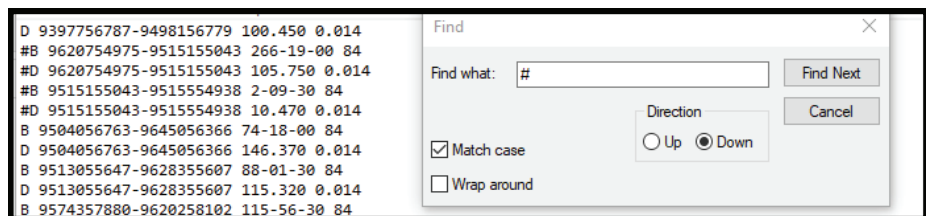
Buang (*Uncommented*) semua tanda *free* (*#) yang ada di (*standard deviation*) seperti Rajah 15. Ini bagi membolehkan semua nilai cerapan dilaras dengan nilai (*standard deviation*) yang ditetapkan.



Rajah 15 : Tanda *free* (*#) dibuat carian dan dipadam

e) Buang (*Uncommented*) Semua Tanda *Remark* (#) Pada Garisan Lot (*Boundary*)

Semua data garisan iaitu nilai bearing dan jarak yang mengandungi tanda (#) perlulah dibuat carian dan dibuang daripada input data seperti seperti Rajah 16. Ini bertujuan untuk memastikan jaringan sempadan lot tidak terputus ketika pelarasan DT dilaksanakan.



Rajah 16 : Carian tanda *commented* (#) dibuat dan dipadam

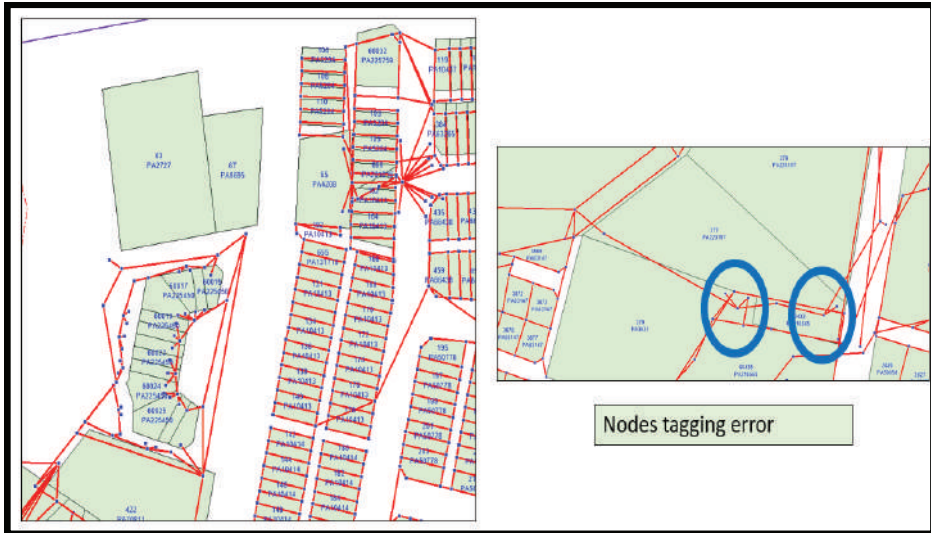
f) Tambahkan Nilai Garisan Sambungan

Nilai garisan sambungan yang betul perlu dimasukkan dalam input data pelarasan bagi mendapatkan hasil statistik yang baik seperti digariskan oleh Looi [4] dan Tan [6]. Ini adalah penting bagi memastikan NDCDB berada pada kedudukan yang betul dan jaringan lot-lot NDCDB tidak terputus ketika proses GDT dilaksanakan.

g) Penentuan Ralat Pada Kedudukan Titik (*Nodes*) Secara Grafik

Bagi tujuan ini, pelarasan blok hendaklah dilaksanakan selepas proses (a) hingga (f) selesai. Plot rangkaian pelarasan dalam format .dxf ditukarkan kepada format Mapinfo.TAB dan ditindankan dengan lapisan

NDCDBLOT bagi tujuan pengesahan. Garisan terabas sedia ada, taburan titik ground proofing (GP) dan titik kawal (CRM) dalam sesuatu blok dikenal pasti dan digunakan untuk mengesan ralat pada titik (nodes) seperti Rajah 17.



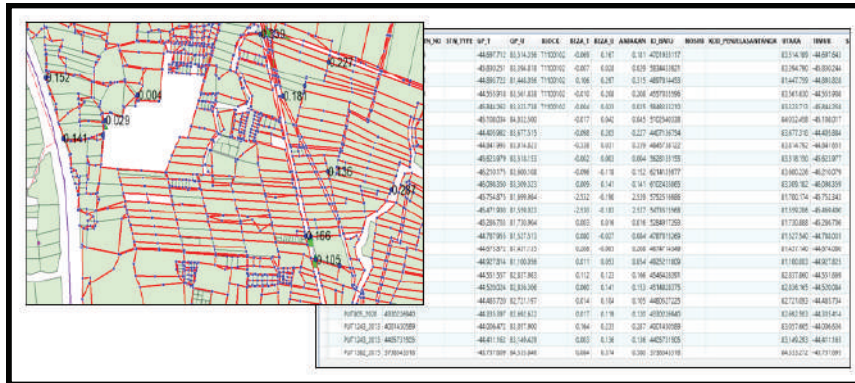
Rajah 17 : Ralat pada nodes (titik)

h) Cipta NDCDB Selepas Pelarasan GDT

Setelah mendapat keputusan GDT yang memuaskan dan boleh diterima (*lower bound atau level passed*), proses cipta NDCDB dilaksanakan. Dalam proses ini, geometri NDCDB yang merangkumi 3 komponen iaitu NDCDBLOT, NDCDBBDY dan NDCDBSTN akan terbentuk melalui penggunaan *sub-modul Create NDCDB* dalam LAAM.

i) Penentuan Nilai GP

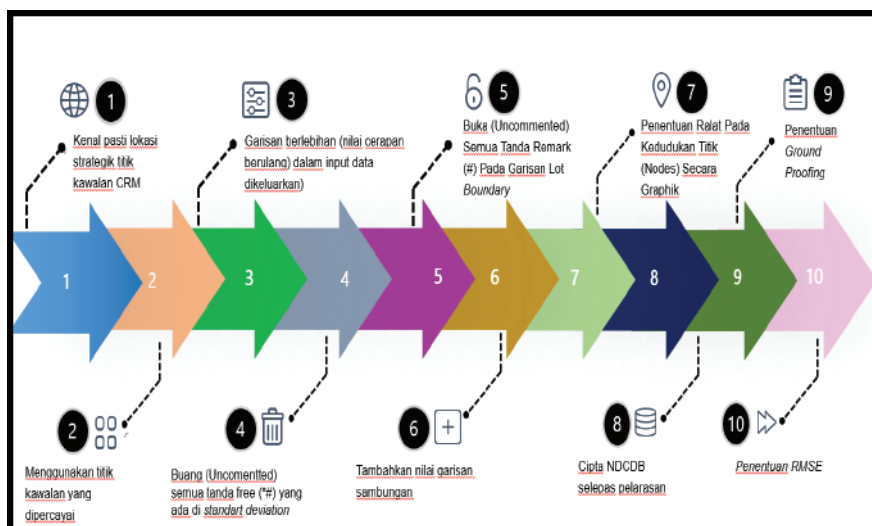
Nilai koordinat terlaras dibandingkan dengan nilai koordinat tanda sempadan yang telah dibuat ikatan ke tanda CRM bagi mana-mana tanda sempadan yang tidak digunakan sebagai (*fixed point*). Proses ini dikenali GP yang bertujuan untuk mengenalpasti magnitud anjakan seperti Rajah 18. Jika nilai anjakan yang diperolehi tidak berada dalam had yang ditetapkan, proses (a) hingga (i) diulang. Jika sebaliknya, proses kemaskini data NDCDB ke dalam pangkalan data yang melibatkan komponen-komponen NDCDBLOT, NDCDBBDY dan NDCDBSTN bagi blok tersebut boleh dilakukan dengan menggunakan modul NDCDB *Update and Management Module* (NUMM).



Rajah 18 : Perbandingan GP

j) Penentuan Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE)

Cerapan GNSS atas tanda sempadan bagi mana-mana tanda sempadan yang berada pada kedudukan baik dilaksanakan setelah pemprosesan berpuas hati dengan hasil GDT dan anjakan blok tersebut yang diperolehi daripada laporan GP [8]. Cerapan GNSS dilaksanakan di atas mana-mana tanda sempadan selain daripada titik GP bagi mendapatkan nilai RMSE. Seterusnya nilai RMSE dikira dan hasilnya akan menentukan ketepatan akhir blok pelarasan NDCDB tersebut. Proses pelarasan blok tersebut boleh dihentikan sekiranya nilai RMSE berada dalam had yang dibenarkan. Metodologi baharu yang diambil boleh diringkaskan dalam diagram sepertimana Rajah 19



Rajah 19 : Ringkasan metodologi baharu

DAPATAN KAJIAN

Jadual 3 adalah hasil laporan yang menunjukkan nilai magnitud anjakan bagi blok T1100102 menggunakan metodologi semasa seperti Rajah 5 manakala Jadual 4 menunjukkan contoh hasil laporan yang menggunakan metodologi baharu yang dicadangkan. Jadual 5 adalah rumusan yang menunjukkan hasil pelarasan yang menggunakan 2 metodologi yang berbeza.

NO	BLOK	STN_ID	GP_T	GP_U	NDCDB_T_0	NDCDB_U_0	DIFF_D1 (T)	DIFF_D1(U)	(D1)2 (VERSI 1)
1	T1100102	4001430589	-44006.472	83057.9	-44010.769	83055.232	2.668	4.297	5.058
2	T1100102	6102433065	-46098.35	83309.323	-46102.558	83306.629	2.694	4.208	4.996
3	T1100102	4546428391	-44551.557	82837.983	-44555.821	82835.384	2.599	4.264	4.994
4	T1100102	5885733003	-45881.628	83302.985	-45885.862	83300.435	2.55	4.234	4.952
5	T1100102	5628135155	-45623.979	83518.153	-45628.201	83515.575	2.578	4.222	4.947
6	T1100102	6003935223	-45999.725	83524.971	-46003.958	83522.401	2.57	4.233	4.943
7	T1100102	4514828375	-44520.024	82836.306	-44524.221	82833.71	2.596	4.197	4.935

Jadual 3 : Magnitud anjakan yang diperolehi menggunakan metodologi semasa

NO	BLOK	STN_ID	GP_T	GP_U	NDCDB_T_N	NDCDB_U_N	DIFF_D2 (T)	DIFF_D2(U)	(D2)2 (VERSI 2)
1	T1100102	4001430589	-44006.472	83057.9	-44006.662	83057.834	0.19	0.066	0.201
2	T1100102	6102433065	-46098.35	83309.323	-46098.354	83309.274	0.004	0.049	0.049
3	T1100102	4546428391	-44551.557	82837.983	-44551.713	82837.926	0.156	0.057	0.166
4	T1100102	5885733003	-45881.628	83302.985	-45881.658	83303.028	0.03	-0.043	0.052
5	T1100102	5628135155	-45623.979	83518.153	-45623.997	83518.141	0.018	0.012	0.022
6	T1100102	6003935223	-45999.725	83524.971	-45999.729	83524.972	0.004	-0.001	0.004
7	T1100102	4514828375	-44520.024	82836.306	-44520.08	82836.301	0.056	0.005	0.056

Jadual 4 : Magnitud anjakan yang diperolehi menggunakan metodologi baharu

NO	BLOK	STN_ID	(D1)2 (VERSI 1)	(D2)2 (VERSI 2)	PERBEZAAN ANJAKAN (D1)2 - (D2)2
1	T1100102	4001430589	5.058	0.201	4.857
2	T1100102	6102433065	4.996	0.049	4.947
3	T1100102	4546428391	4.994	0.166	4.828
4	T1100102	5885733003	4.952	0.052	4.9
5	T1100102	5628135155	4.947	0.022	4.925
6	T1100102	6003935223	4.943	0.004	4.939
7	T1100102	4514828375	4.935	0.056	4.879

Jadual 5 : Perbezaan anjakan yang diperolehi menggunakan 2 metodologi

Jadual 5 menunjukkan 7 sampel STN_ID melibatkan blok T100102. Dapatan menunjukkan terdapat perbezaan anjakan yang ketara menggunakan 2 metodologi iaitu semasa dan metodologi baharu. Perbezaan anjakan bagi 7 sampel STN_ID yang paling tinggi adalah 4.947 meter iaitu Stn_ID 6102433065 manakala anjakan terendah adalah 4.828 meter iaitu bagi STN_ID 4546428391.

Selain daripada itu, didapati metodologi semasa tidak mengambil kira penentuan nilai RMSE bagi tujuan pengesanan pelarasan. Nilai RMSE bagi blok T10701, T1100101 dan T100102 telah dihitung dan hasilnya menunjukkan bahawa metodologi yang diperkenalkan bagi mengukuhkan ketepatan NDCDB boleh diterima. Hasi nilai akhir koordinat adalah seperti di Jadual 6, Jadual 7 dan Jadual 8. Pelarasan bagi blok-blok tersebut bolehlah dihentikan dengan kejutuan RMSE yang diperolehi sudah memadai untuk NDCDB sebagai punca data bagi penyediaan Pelan Pengambil Balik Tanah dan juga bagi tujuan pemetaan Sistem Makluman Geografi (GIS) yang tidak memerlukan kejutuan lokasi yang tinggi [9].

ID_BATU	NS (NDCDB)	NS (GNSS)	DIFF D1	(D1) ²	EW (NDCDB)	EW (GNSS)	DIFF D2	(D2) ²	D ² = (D1) ² + (D2) ²	√D ²
7002152819	85284.247	85284.226	-0.021	0.000	-47004.094	-47004.112	-0.018	0.000	0.001	0.028
7442851754	85177.482	85177.445	-0.037	0.001	-47444.814	-47444.793	0.021	0.000	0.002	0.043
7269942089	84210.858	84210.873	0.015	0.000	-47271.903	-47271.918	-0.015	0.000	0.000	0.021
7488044261	84428.012	84428.091	0.079	0.006	-47470.017	-47470.073	-0.056	0.003	0.009	0.097
7064543070	84309.129	84309.115	-0.014	0.000	-47066.626	-47066.714	-0.088	0.008	0.008	0.089
6818526099	82611.836	82611.802	-0.034	0.001	-46820.655	-46820.840	-0.185	0.034	0.035	0.188
6593119580	81959.713	81959.908	0.195	0.038	-46595.158	-46595.344	-0.186	0.035	0.073	0.289
5951303522	80353.985	80353.915	-0.050	0.003	-45953.215	-45953.218	-0.003	0.000	0.003	0.050
6149100938	80095.558	80095.471	-0.087	0.008	-46150.961	-46150.959	0.002	0.000	0.008	0.087
			Σ(D1) ²	0.058				Σ(D2) ²	0.081	ΣD ²
			N	9				N	9	N
			RMSE _{D1} = √(Σ(D1) ² /N)	0.080				RMSE _{D2} = √(Σ(D2) ² /N)	0.095	RMSE _D = √(ΣD ² /N)

Jadual 6 : Nilai RMSE blok T10701 adalah 0.124 meter

ID_BATU	NS (NDCDB)	NS (GNSS)	DIFF D1	(D1) ²	EW (NDCDB)	EW (GNSS)	DIFF D2	(D2) ²	D ² = (D1) ² + (D2) ²	√D ²
5289447641	84764.181	84764.266	0.085	0.007	-45289.366	-45289.424	-0.058	0.003	0.011	0.103
4815642913	84293.907	84293.942	0.035	0.001	-44811.592	-44811.580	0.012	0.000	0.001	0.037
4389347919	84787.941	84787.866	-0.075	0.006	-44389.319	-44389.295	0.024	0.001	0.006	0.079
3716150486	85051.438	85051.410	-0.028	0.001	-43714.659	-43714.773	-0.114	0.013	0.014	0.117
4181462979	86300.981	86300.947	-0.034	0.001	-44177.334	-44177.394	-0.060	0.004	0.005	0.089
8867955484	85548.69	85548.588	-0.102	0.010	-48867.81	-48867.721	0.089	0.008	0.018	0.135
3659456733	85676.343	85676.321	-0.022	0.000	-43654.996	-43654.988	0.008	0.000	0.001	0.023
5508957228	85725.366	85725.298	-0.068	0.005	-45508.510	-45508.460	0.050	0.003	0.007	0.084
4977659966	85998.200	85998.232	0.032	0.001	-44980.215	-44980.254	-0.039	0.002	0.003	0.050
3822174539	87456.613	87456.587	-0.026	0.001	-43821.779	-43821.736	0.043	0.002	0.003	0.050
4778171157	87119.905	87119.934	0.029	0.001	-44767.157	-44767.238	-0.081	0.007	0.007	0.086
6771857182	85718.273	85718.252	-0.021	0.000	-46771.834	-46771.8	0.034	0.001	0.002	0.040
6643465636	86568.068	86568.08	0.012	0.000	-46845.647	-46845.583	0.084	0.007	0.007	0.085
8349153393	85341.311	85341.244	-0.067	0.004	-48351.302	-48351.276	0.026	0.001	0.005	0.072
			Σ(D1) ²	0.039				Σ(D2) ²	0.050	ΣD ²
			N	14				N	14	N
			RMSE _{D1} = √(Σ(D1) ² /N)	0.053				RMSE _{D2} = √(Σ(D2) ² /N)	0.060	RMSE _D = √(ΣD ² /N)

Jadual 7 : Nilai RMSE blok T1100101 adalah 0.080 meter

ID_BATU	NS (NDCDB)	NS (GNSS)	DIFF D1	(D1) ²	EW (NDCDB)	EW (GNSS)	DIFF D2	(D2) ²	D ² = (D1) ² + (D2) ²	√D ²
4270816724	81671.152	81671.013	-0.139	0.019	-44275.902	-44276.049	-0.147	0.022	0.041	0.202
4361409046	80907.901	80907.610	-0.291	0.085	-44361.234	-44361.277	-0.043	0.002	0.087	0.294
4308613960	81398.343	81398.163	-0.180	0.032	-44307.701	-44307.747	-0.046	0.002	0.035	0.186
4616322275	82228.221	82228.191	-0.030	0.001	-44621.249	-44621.223	0.026	0.001	0.002	0.040
4166243708	84372.825	84372.989	0.164	0.027	-44165.489	-44165.440	0.049	0.002	0.029	0.171
3487039161	83918.805	83918.560	-0.045	0.002	-43486.275	-43486.299	-0.024	0.001	0.003	0.051
5806238892	83891.013	83891.136	0.123	0.015	-45806.082	-45806.014	0.068	0.005	0.020	0.141
5393837194	83721.916	83721.997	0.081	0.007	-45389.988	-45389.790	0.198	0.039	0.046	0.214
4331929193	82918.235	82918.200	-0.035	0.001	-44337.265	-44337.086	0.179	0.032	0.033	0.182
3614623718	82374.306	82374.285	-0.021	0.000	-43613.799	-43613.753	0.046	0.002	0.003	0.051
7388426396	82639.372	82639.485	0.113	0.013	-47388.916	-47389.037	-0.121	0.015	0.027	0.166
7926331831	83185.265	83185.285	0.020	0.000	-47928.397	-47928.357	0.040	0.002	0.002	0.045
			Σ(D1) ²	0.203				Σ(D2) ²	0.123	ΣD ²
			N	12				N	12	N
			RMSE _{D1} = √(Σ(D1) ² /N)	0.130				RMSE _{D2} = √(Σ(D2) ² /N)	0.101	RMSE _D = √(ΣD ² /N)

Jadual 8 : Nilai RMSE blok T100102 adalah 0.165 meter

PERBINCANGAN

Dapatan kajian menunjukkan terdapatnya nilai RMSE blok NDCDB yang melebihi had kejituan yang perlu dicapai iaitu $\pm 10\text{cm}$ walaupun selepas ralat input data dibersihkan. Ini adalah kerana punca data NDCDB yang digunakan untuk pelarasan mempunyai pelbagai kelas ukuran seperti kombinasi ukuran kelas satu dan ukuran kelas dua serta kejituan alat ukur ketika ianya dicerap [7]. Dengan adanya kelas ukuran yang berbeza, sudah pasti RMSE $\pm 10\text{cm}$ tidak akan tercapai kecuali kesemua data ukuran tersebut merupakan ukuran kelas satu atau kawasan ukuran merupakan kawasan ukuran baharu dengan penggunaan alat ukuran terkini.

Oleh yang demikian, kaedah sistem eKadaster sedia ada yang berpandukan nilai NDCDB sebagai asas semakan di pejabat dan lapangan hendaklah dirombak juga. Nilai-nilai NDCDB hanya sesuai bagi penggunaan yang tidak memerlukan kejituan tinggi dan bukannya untuk ukuran kadaster di mana had anjakan yang diterima adalah $\pm 10\text{cm}$ atau kurang [9]. Justeru, cadangan penyelesaian kepada sistem eKadaster sedia ada seiringan dengan pembangunan NDCDB adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 19.



Rajah 19: Ringkasan cadangan penyelesaian sistem eKadaster

KESIMPULAN

Kajian ini dijalankan bagi tujuan menilai ketepatan NDCDB blok T10701, T1100101 dan T100102. Pelarasan dilaksanakan berdasarkan kepada metodologi baharu yang merujuk kerangka Toyota Way A3 bagi melaraskan ketepatan NDCDB

sedia ada. 3 fasa utama telah dicadangkan dalam metodologi baharu iaitu Fasa 1: Kenalpasti input data, Fasa 2: Pelarasan Ganda Dua Terdikit (GDT) dan Fasa 3: Pengesahan. Hasil dapatan menunjukkan nilai anjakan dapat dikurangkan sehingga $\pm 4\text{m}$ berdasarkan kepada sampel 7 STN_ID bagi blok T100102 dimana nilai anjakan tertinggi menggunakan metodologi lama bagi STN_ID 4001430589 adalah 5.058 meter manakala anjakan menggunakan metodologi baharu ialah 0.201 meter.

Selain itu, setiap blok pelarasan NDCDB akan mencapai ketepatan yang boleh diterima jika panduan pengguna dirangka dengan betul dan sistematik sebagai metodologi pelarasan yang digunakan pada masa kini dan masa akan datang. Walau bagaimanapun, agak mustahil bagi NDCDB mencapai ketepatan $\pm 10\text{cm}$ kerana sumber data input NDCDB yang terdiri daripada ralat pengukuran sedia ada termasuk data ukuran kelas dua. Oleh itu, pelarasan blok perlu dihentikan sekiranya nilai RMSE telah diperolehi dan diterima [3].

Seperti digariskan Looi [4], JUPEM mempunyai perancangan dalam membangunkan pangkalan data Positional Reference Mark (PRM) yang berketepatan tinggi sebagai jaringan utama pada tahun 2022. Kaedah cerapan GNSS secara statik perlu dilaksanakan bagi membangunkan jaringan PRM dan seterusnya dapat digunakan dalam pelarasan dan meningkatkan kualiti NDCDB [10]. Selain itu, sistem eKadaster sedia ada juga harus dirombak seperti yang dicadangkan seiringan dengan pembangunan NDCDB. Dengan demikian, kelestarian ukuran kadaster dapat dikekalkan.

RUJUKAN

- Azmi (2020) *Study on Cadastral Surveying for Demarcation of Boundary Mark using GPS Technique (Faculty of Built Environment and Surveying, Universiti Teknologi Malaysia)*
- Dong (2019) *Positional Accuracy Improvement for Heterogeneous Geodata Integration (FIG Working Week 2019, Hanoi, Vietnam)*
- Hashim et al (2017) *The Int. Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-4-W5-91-2017*
- JUPEM (2009) *Garis Panduan Amalan Kerja Ukur Kadaster Dalam Persekitaran eKadaster vol 6 (Kuala Lumpur: JUPEM)*
- JUPEM (2005) *Garis Panduan Mengenai Penggunaan Perkhidmatan Malaysia RTK GPS Network vol 9 (Kuala Lumpur: JUPEM)*
- K S Looi et al (2021) *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1051 012004
- K S Looi et al (2021) *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 767 012018
- A Zakaria (2018) *Digital Cadastral Database (NDCDB) In Selangor – The Way Forward (Adelaide: GEO Smart Asia)*
- K S Looi et al (2014) *Developing Infrastructure Framework to Facilitate the Malaysian Multipurpose 3D Cadastre (XXV FIG Congress, Kuala Lumpur, Malaysia)*
- L C Tan et al (2021) *The Int. Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLVI-4/W3-2021*