



**PENUBUHAN JARINGAN TITIK KAWALAN
MENGUNAKAN GPS**

**MUSTAFFA ANJANG AHMAD
ABDUL SUKOR SARIF
BADRUL HISHAM ABDUL GHAFAR**

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



Prosiding Kebangsaan Awam '07, Langkawi, Kedah, 29th – 31th Mei 2007

Penubuhan Jaringan Titik Kawalan Menggunakan GPS

¹Mustaffa B. Anjang Ahmad, ²Abdul Sukor B. Sarif, ³Badrul Hisham B. Abdul Ghafar

Fakulti Kejuruteraan Awam Dan Alam Sekitar

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia

86400 Parit Raja, Batu Pahat, Johor

Email: Mustafa@uthm.edu.my¹, Sukor@uthm.edu.my², Shamviva_786@yahoo.com³

Abstrak

Penentuan menggunakan Sistem Penentuan Sejagat atau *Global Positioning Systems* (GPS) adalah suatu teknik penentuan lokasi atau kedudukan menggunakan satelit. Lokasi di semua tempat di atas bumi boleh ditentukan secara 3 dimensi iaitu melalui koordinat dan ketinggian yang dapat diperolehi dengan lebih cepat dan efektif. Dengan menggunakan total station dan alat aras, koordinat dan ketinggian setiap titik kawalan juga dapat diketahui melalui kaedah trabas dan ukur aras. Kajian dilakukan dengan penubuhan jaringan titik kawalan menggunakan GPS dan kaedah trabas serta aras di lokasi sekitar kawasan kajian. Analisis perbandingan dilakukan daripada keputusan yang diperolehi dan hasilnya penggunaan GPS adalah sesuai digunakan untuk menubuhkan jaringan titik kawalan.

Kata kunci : Global Positioning System (GPS), total station, titik kawalan.

1.0 Pengenalan

Semenjak kewujudan tamadun, manusia mula mencari tanda sebagai rujukan bagi mengenalpasti kedudukan di sesuatu kawasan. Pemerhatian kepada bintang-bintang dan bulan di langit telah dijadikan sumber asas bagi menentukan kedudukan dan arah perjalanan. Dengan sumber rujukan tersebut, masa, kedudukan, jarak dan perubahan musim dapat diukur dan ditentukan (Bannister et al., 1998). Pengukuran juga dapat digunakan untuk memberikan gambaran dan maklumat yang jelas mengenai rupabentuk mukabumi. Rupabentuk bumi termasuklah semua butiran yang berada samada di atas atau di bawah permukaan tanah. Ilmu pengukuran boleh dibahagikan kepada Ukur Geodesi, Topografi, Kadaster, Astronomi, Hidrografi, Fotogrametri dan Kejuruteraan (Abdul Hamid, 2000).

Teknik pengukuran yang bermula dengan penggunaan rantai telah berkembang sehinggalah pengenalan kepada pengukuran menggunakan satelit. Dengan kemajuan teknologi pengukuran, penggunaan peralatan seperti Total Station dan *Electronic Distance Measurement*

(EDM) telah mengalami banyak perubahan. Namun begitu, kaedah konvensional masih lagi digunakan sehingga kini disebabkan oleh faktor-faktor tersendiri seperti murah dan mudah. Oleh itu, kepelbagaian jenis peralatan pengukuran dengan kesesuaian terhadap bentuk kerja lapangan merupakan aspek utama mengapa kaedah konvensional masih digunakan.

Secara umumnya, kaedah pengukuran dicipta untuk mengatasi sebarang masalah yang berlaku dalam sektor pembinaan. Ia juga merupakan kaedah berkesan yang dapat memberi nilai lebih tepat, menjimatkan masa dan berkejituan tinggi. Selain itu, kepelbagaian teknik, kesesuaian dan kejituan telah mengubah kaedah pengukuran moden. Kerja-kerja cerapan dan penentuan bagi stesen kawalan untuk trabas dapat ditentukan dengan lebih mudah dan cepat jika menggunakan GPS.

2.0 Permasalahan kajian

Kaedah pengukuran konvensional selalunya digunakan bagi menentukan kedudukan titik-titik kawalan di sesuatu kawasan dan juga untuk mendapatkan butiran-butiran

sekelilingnya. Ini memerlukan ramai pekerja untuk membantu dan menguruskan peralatan tertentu bagi menjalankan kerja pengukuran. Selain itu, kaedah konvensional memerlukan banyak masa dan perlu mengikut langkah-langkah kerja yang betul bagi mendapatkan hasil yang tepat. Maklumat-maklumat cerapan pula, perlu dicatat dalam bentuk teks atau pelan sebelum analisis dapat dilakukan. Bagi memperbaiki keadaan ini, suatu kaedah pengukuran yang lebih berkesan dan cepat perlu dilakukan. Oleh itu, pengukuran menggunakan GPS perlu diberikan perhatian kerana dapat meningkatkan prestasi kerja. Hasil cerapan juga dapat diproses bagi menghasilkan nilai yang baik dan boleh dilakukan secara langsung.

Kaedah GPS juga lebih sesuai dan efektif kerana setiap data cerapan boleh direkod dan diproses menggunakan perisian tertentu. Data daripada satelit juga dapat diterima sepanjang masa dan di mana-mana lokasi di permukaan bumi (Leick, 1995).

3.0 Objektif Kajian

Bagi menjalankan kajian ini, terdapat beberapa objektif telah dibuat iaitu:

1. Menghasilkan jaringan titik kawalan menggunakan kaedah GPS di sekitar kampus UTHM.
2. Membuat perbandingan antara kaedah *Electronic Distance Measurement* (EDM), ketinggian aras dan kaedah GPS.

4.0 Skop Kajian

Sebagai langkah permulaan kajian, terdapat dua skop yang perlu dipertimbangkan untuk menilai ketepatan sistem yang digunakan antara GPS dan sistem total station:

1. Jaringan titik kawalan di kawasan yang sedia ada di sekitar kampus UTHM.
2. Membuat analisis perbandingan koordinat dan ketinggian aras dan jarak.

5.0 Kepentingan dan sumbangan kajian

Melalui kajian, keberkesanan penggunaan GPS dan sistem total station untuk kerja-kerja pembinaan dapat ditentukan. Perkembangan teknologi pada masa kini telah menyebabkan perubahan terhadap kaedah pengukuran daripada kaedah konvensional kepada kaedah moden dan terkini. Dalam kajian ini, dengan menggunakan kaedah GPS jaringan titik-titik kawalan boleh ditubuhkan dan mempunyai nilai koordinat yang digunakan sebagai rujukan bagi kerja-kerja pengukuran masa depan di kampus UTHM. Kerja pengukuran dan cerapan data dijalankan meliputi keseluruhan kampus UTHM dengan sepuluh titik kawalan terabas total station telah dipilih untuk digunakan sebagai titik kawalan GPS.

6.0 Kajian literatur

Mengetahui konsep asas kaedah GPS adalah amat penting untuk menghasilkan pengukuran yang berketepatan tinggi. Maklumat awal penentuan kedudukan dalam bentuk masa hakiki adalah diperlukan untuk membolehkan data cerapan diproses. Melalui pemproses awal (*post processing*), kedudukan satelit boleh dikenalpasti terlebih dahulu. Kedudukan titik-titik kawalan diproses dan menghasilkan keputusan yang tepat. Ketepatan pengukuran juga bergantung kepada jenis peralatan dan teknik pemprosesan yang digunakan. Kedudukan suatu titik juga boleh dihasilkan dalam bentuk absolut atau secara relatif (Hofmann et al., 2001).

Prinsip asas yang digunakan oleh GPS untuk menentukan kedudukan di atas permukaan bumi adalah mudah. Ia mengikut teori triangulasi untuk mengukur jarak yang digabungkan melalui beberapa cerapan daripada satelit (Anderson et al., 1998).

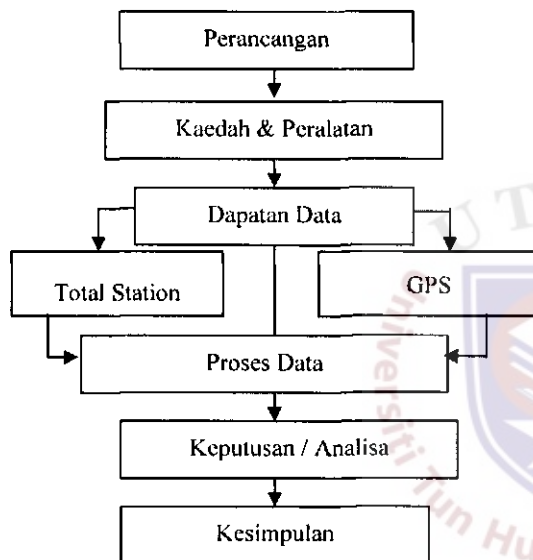
Triangulasi yang dibina sebagai kawalan dalam ukur GPS adalah berbentuk geometrikal supaya triangulasi mempunyai satu titik di tengah-tengahnya. Ini memberikan hubungan yang amat baik untuk setiap triangulasi yang dibina agar dapat memberikan bacaan yang tepat untuk

pemprosesan setiap titik (Bannister et al., 1998)

Sistem satelit menghantar masa dalam bentuk kod dan gelombang radio yang diterima di permukaan bumi dan dapat merekabantu kedudukan di garisan hiperbola. Gabungan konsep antara dua atau lebih satelit secara berkesan digunakan untuk menghasilkan data yang lebih tepat untuk penentuan lokasi (James et al., 2000).

7.0 Metodologi Kajian

Metodologi seperti cartalir pada Rajah 1 perlu dilaksanakan secara sistematik.



Rajah 1: Cartalir metodologi kajian

7.1 Perancangan

Untuk memastikan kajian berjalan dengan lancar, perancangan yang diperlukan meliputi beberapa topik penting seperti memastikan objektif, skop dan sumbangan yang dapat diberikan daripada kajian yang dilakukan. Dengan perancangan yang baik, maka kajian dapat dibuat mengikut masa dan kaedah yang telah dicadangkan dengan jayanya.

7.2 Kaedah dan Peralatan

Penentududukan menggunakan GPS untuk mendapatkan koordinat adalah kaedah

statik dan kinematik. Statik adalah penentuan titik secara absolut dan kinematik adalah penentuan titik-titik yang bergerak (Kavanagh, 2000).

Melalui kaedah kinematik kajian dijalankan menggunakan peralatan GPS yang diletakkan di stesen utama dan stesen sekunder. Stesen utama adalah tetap dan digunakan sebagai rujukan dan mempunyai koordinat yang sedia ada. Seterusnya data GPS diceraap secara kinematik di stesen-stesen lain. Data yang disimpan pada alat penerima GPS diproses dengan perisian untuk mendapatkan koordinat untuk semua stesen.

7.3 Percerapan data

Data cerapan yang diperolehi daripada kaedah pengukuran di lapangan dikumpulkan. Data tersebut adalah data kaedah total station, kaedah ukur aras dan kaedah GPS. Data cerapan yang diperolehi daripada total station dan ukur aras direkodkan dalam buku kerja luar sepertimana amalan di dalam kerja pengukuran lazim. Hasil daripada pengukuran disemak dan dilaras secara manual. Kemudian keputusan yang diperolehi dibandingkan hasil akhir yang diperolehi daripada pengukuran menggunakan kaedah GPS.

Menerusi kaedah GPS, alat penerima yang didirikan di titik stesen mengumpulkan data cerapan dari satelit dan direkodkan. Data seterusnya dipindahkan ke komputer untuk diproses menggunakan perisian PCCDU bagi mendapatkan koordinat sebenar setiap stesen.

Bagi mendapatkan data yang baik, semua alat penerima hendaklah ditempatkan di stesen yang dipilih dan jauh daripada halangan. Ini boleh menghasilkan data cerapan yang lebih jitu dan tepat di mana isyarat dari satelit boleh diterima secara terus menerus.

7.4 Pemprosesan data

Data cerapan diproses untuk menghasilkan nilai koordinat dan juga ketinggian setiap titik kawalan. Kaedah pemprosesan secara manual dilakukan untuk kaedah total station dan juga ukur aras. Data cerapan daripada total station menghasilkan koordinat dalam sistem *Cassini Soldner* (koordinat tempatan). Sementara bagi data GPS, pemprosesan dilakukan dengan menggunakan perisian PCCDU untuk mengesahkan semua maklumat berkaitan titik kawalan. Semua fail data daripada alat penerima GPS disambung pada port komputer untuk dimuat turun. Data seterusnya ditranformasi daripada koordinat RSO (*Rectified Skew Orthomophic*) kepada *Cassini Soldner*.

8.0 Keputusan Dan Analisa

Keputusan akhir diperolehi selepas pemprosesan data cerapan. Semua data dibuat perbandingan dan berdasarkan keputusan yang diperolehi antara kaedah total station, ukur aras dan kaedah GPS dilakukan bagi nilai koordinat, ketinggian aras dan jarak antara setiap stesen.

8.1 Koordinat

Sepuluh (10) stesen kawalan didirikan di sekitar kampus UTHM menggunakan trabas total station dan kesemua data cerapan telah direkodkan secara manual dalam buku kerja luar.

Hasil keputusan dari pemrosesan data menghasilkan koordinat bagi setiap stesen kawalan dalam sistem koordinat *Cassini Soldner*. Bagi kaedah GPS, data koordinat yang diperolehi (RSO) perlu ditukar kepada sistem koordinat *Cassini Soldner* terlebih dahulu sebelum perbandingan nilai setiap koordinat dibuat. Jadual 1 menunjukkan perbandingan koordinat yang terhasil antara total station dengan alat GPS.

Jadual 1: Keputusan perbezaan koordinat

Stn	Total Station (Cassini)	GPS (Cassini)	Bezaan (m)
B	-20680.933	-20682.055	-1.122
	-52671.370	-52672.548	-1.178
1	-20581.333	-20582.478	-1.145
	-52928.055	-52929.198	-1.143
3	-20460.151	-20461.287	-1.136
	-52757.608	-52758.749	-1.141
5	-20444.779	-20445.904	-1.125
	-52500.474	-52501.612	-1.138
6	-20557.187	-20558.308	-1.121
	-52474.651	-52475.788	-1.137
7	-20694.983	-20696.098	-1.115
	-52419.432	-52420.567	-1.135
8	-20843.471	-20844.58	-1.109
	-52384.500	-52385.635	-1.135
9	-20931.118	-20932.217	-1.099
	-52629.600	-52630.733	-1.133
11	-20972.934	-20974.024	-1.090
	-52807.029	-52808.16	-1.131
12	-20805.161	-20806.243	-1.082
	-52900.161	-52901.29	-1.129

Jadual 1 juga menunjukkan perbezaan koordinat adalah dalam nilai yang kecil. Bagi alat total station, hasil keputusan kurang memuaskan kerana data yang dicerap adalah secara manual dan selisih telah terjadi. Koordinat yang diperolehi untuk trabas total station adalah berdasarkan Pelan Akui kelas kedua. Ia juga adalah melalui perhitungan koordinat plot dan bukan daripada koordinat yang rigid. Selain daripada itu, sistem koordinat yang berbagai telah menyebabkan koordinat yang diperolehi pada masa ini melalui Pelan Akui memberikan selisih. Manakala data yang diperolehi dengan kaedah GPS adalah lebih tepat kerana berdasarkan titik-titik kawalan yang mempunyai tikaian yang besar. Ini juga dapat dibuktikan dengan ujian kalibrasi seperti keputusan di Jadual 2. Jadual 2 menunjukkan keputusan ujian kalibrasi alat GPS kepada beberapa stesen GPS yang telah mempunyai nilai koordinat yang dibekalkan oleh Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM).

Jadual 2: Keputusan perbezaan koordinat GPS

Lokasi	Koordinat (RSO)		
	JUPEM	Data Cerapan	Bezaan
SMK Datin Onn	205462.943	205462.934	0.009
	549628.576	549628.569	0.007
SRK Lebai Ali	211153.927	211153.920	0.007
	526732.371	526732.365	0.006
Inst Haiwan Kluang	218259.272	218259.267	0.005
	581462.872	581462.866	0.006
Inst. Pertanian Kluang	234625.363	234625.358	0.005
	603690.414	603690.408	0.006

Data yang dicerap dibandingkan dengan data yang diperolehi dari JUPEM dan telah terdapat sedikit perbezaan. Ini menunjukkan bahawa nilai koordinat titik stesen yang diperolehi dengan kaedah GPS mempunyai sedikit perbezaan sahaja. Ini juga menunjukkan juga bahawa penggunaan kaedah GPS adalah lebih efektif dan berkesan untuk penentuan koordinat sesuatu titik berbanding dengan kaedah trabas total station.

8.2 Ketinggian aras

Perbezaan aras bagi kaedah ukur aras dibandingkan dengan kaedah GPS bagi setiap titik kawalan adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3. Dari Jadual 3, dua stesen merupakan Batu Aras yang telah mempunyai nilai tetap yang diperolehi daripada pengukuran ukur aras jitu. Stesen 3 mempunyai nilai 2.101 meter manakala stesen 11 mempunyai nilai aras ketinggian 2.302 meter. Perbezaan antara kedua-dua kaedah pengukuran aras memberikan perbezaan aras yang kecil bagi setiap stesen.

Jadual 3: Keputusan perbezaan aras

Stn	Ukur Aras (m)	GPS (m)	Bezaan (m)
B	2.119	2.105	0.014
1	2.259	2.238	0.021
3	2.101	2.095	0.006
5	1.931	1.916	0.015
6	2.408	2.388	0.020
7	1.808	1.785	0.023
8	1.907	1.890	0.017
9	1.816	1.792	0.024
11	2.302	2.294	0.008
12	1.865	1.854	0.011
Min			0.016

Oleh kerana kawasan kajian adalah mempunyai topografi yang mendatar maka keputusan Jadual 3 menunjukkan ketinggian aras stesen boleh ditentukan dengan baik menggunakan kaedah GPS.

8.3 Jarak

Daripada analisis data, jarak antara stesen boleh diketahui. Jadual 4 menunjukkan perbezaan jarak di antara kaedah total station dengan kaedah GPS

Jadual 4: Keputusan perbezaan pada jarak

Dari	Stn	Ke	Jarak (m)		Bezaan (m)
			Total Station	GPS	
1	3		209.135	209.141	0.006
3	5		257.593	257.596	0.003
5	6		115.333	115.332	0.001
6	7		148.448	148.443	0.005
7	8		152.541	153.536	0.005
8	9		260.299	260.295	0.004
9	11		182.290	182.286	0.004
11	12		191.889	191.894	0.005
12	1		225.559	225.499	0.061

Jadual 4 menunjukkan perbezaan jarak bagi setiap stesen. Perbezaan kecil bagi jarak antara stesen adalah menunjukkan bahawa kaedah total station dan GPS adalah sama-sama dapat memberikan bacaan yang baik. Jarak yang diperolehi daripada kaedah GPS

adalah perhitungan daripada nilai-nilai koordinat yang dicerap.

9.0 Kesimpulan Dan Cadangan

Kajian yang telah dijalankan adalah bertujuan bagi menubuhkan satu jaringan titik kawalan menggunakan GPS. Daripada kajian, satu jaringan titik kawalan GPS diwujudkan dan dapat digunakan sebagai panduan utama bagi menjalankan ukur GPS di kampus UTHM.

Berdasarkan analisis yang dijalankan kajian telah berjaya mencapai objektif iaitu bagi menghasilkan jaringan titik kawalan dan perbandingan data. Kerja lapangan dilakukan dengan GPS. Satu kelebihan dalam teknik pengukuran GPS dibandingkan dengan pengukuran konvensional ialah data dapat dikumpulkan pada bila-bila masa, menjimatkan masa, pelbagai keadaan cuaca dan data dapat diterima dengan lebih berkesan. Tetapi keburukan GPS adalah isyarat sukar diterima apabila sudut bukaan lebih dari 15°. Alat GPS juga tidak boleh diletakkan berdekatan dengan bangunan yang tinggi dan juga pokok. Kejituan keputusan berkurangan sekiranya terdapat halangan

Secara umumnya, stesen GPS perlu dijadikan sebagai stesen kawalan untuk sesuatu projek pembinaan seperti pembinaan jambatan, jalan, landasan keretapi dan saluran. Alat total station pula adalah lebih sesuai digunakan untuk kawasan kecil dengan aktiviti kerja yang minimum seperti kerja saling nampak di antara stesen. Penggunaan total station memerlukan lebih banyak pekerja mahir dan terlatih. Kemahiran dalam mengendalikan alat total station

mesti diperolehi dan dipelajari supaya proses pengumpulan data dilakukan dengan jayanya.

Kaedah pengukuran GPS merupakan satu kaedah yang sangat luas penggunaannya. Pelbagai aktiviti kerja dapat dilaksanakan dengan mudah dan cepat. Namun begitu, kemahiran dan kebolehan melaksanakan kerja pengukuran secara konvensional atau asas dalam bidang pengukuran hendaklah dikuasai terlebih dahulu. Kebolehan dan pengalaman menjalankan aktiviti secara konvensional dapat membantu meningkatkan lagi penguasaan dalam bidang pengukuran moden seperti menggunakan kaedah GPS.

Rujukan

- Abdul Hamid Mohamed (2000). "Asas Ukur Kejuruteraan". Universiti Teknologi Malaysia, Skudai Johor.
- Alfred Leick (1995). "GPS Satellite Surveying", Second Edition. University of Maine Orono, Maine.
- Arthur Bannister, Stanley Raymond and Raymond Baker (1998). "Surveying". Seventh Edition, Harlow England.
- B.Hofmann-Wellenhof, H.Lichtenegger and J.Collins (2001). "GPS Theory Practice & Revised". Fifth Edition, Rockville, Maryland, USA.
- James BOD-Yen Tsui (2000). "Fundamentals of Global. P. System Receiver A Software Approach". New York.
- Kavanagh, B.F (2000). "Surveying Principles And Applications", fifth Edition. Upper Shiddle river, N.J: Prentice-Hall