

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Ukur tanah secara umumnya didefinisikan sebagai satu seni dan sains pengukuran untuk menentukan kedudukan relatif sesuatu objek di atas permukaan bumi serta mempersembahkannya dalam bentuk yang diminta pengguna (Anderson & Mikhail, 1998). Penentududukan telah menjadi satu keperluan dan ia menyebabkan ukur tanah telah berkembang dan mewujudkan beberapa sub-disiplin seperti ukur kejuruteraan, ukur kadaster, ukur topografi, ukur hidrografi dan sebagainya. Kesemua sub-disiplin ini dapat dibezakan dari segi berikut:

1. Pemakaian dan tujuan;
2. Prosedur kerja;
3. Instrumen yang digunapakai; dan
4. Hasil atau rekod kerja yang diperoleh.

Bermula pada era 80-an, ukur kejuruteraan telah semakin berkembang disebabkan oleh beberapa faktor seperti perkembangan teknologi komputer, peralatan dan keperluan industri yang semakin meningkat. Justeru, telah wujud sub-bidang baru yang dikenali sebagai ukur industri yang mempunyai beberapa ciri penting seperti berikut (Wilkins, 1989):

1. Melibatkan analisis berbentuk khusus;
2. Penggunaan pelbagai kaedah atau prosedur kerja;
3. Memerlukan pengukuran berkejituan tinggi;
4. Menggunakan alat yang khusus;
5. Pemprosesan masa hakiki; dan
6. Melibatkan pengiraan yang rumit.

Kerja ukur industri merupakan sub-disiplin ukur kejuruteraan yang memerlukan tahap kejituan yang tinggi (Wilkins, 1989). Berbanding teknik pengukuran konvensional yang menggunakan rantai, teodolit optik, buku kerja luar, kalkulator dan juru surih, kini kaedah tersebut sudah tidak lagi praktikal dalam aplikasi kerja sebenar terutama kerja ukur industri. Revolusi teknologi telah mewujudkan kaedah automasi yang mengutamakan peralatan elektronik, perisian, komputer, pencetak dan pemelot. *Total station* atau dipanggil juga sebagai Stesen Penuh merupakan instrumen ukur yang terbentuk hasil daripada revolusi teknologi. Ia dipanggil sebagai *total station* kerana kemampuannya untuk melaksanakan semua operasi dalam satu unit, sebagai contoh ia mengandungi teodolit elektronik, unit pengukuran jarak elektronik, pengutip data dan komputer-mikro (Zulkarnaini, 2002).

Selain daripada itu, *total station* juga mampu untuk memberikan tahap kejituan yang diperlukan di dalam kerja ukur industri. Ini terbukti apabila pengawasan deformasi empangan Diamond Valley Lake di California dibuat menggunakan *robotic total station* dengan bantuan perisian DIMONS bagi tujuan perolehan dan pemprosesan data secara hakiki (Duffy *et al.*, 2001). Di University Calgary, ujian perbandingan telah dibuat di antara alat *robotic total station* dan *Global Positioning System* (GPS), hasil yang diperolehi menunjukkan bahawa alat *robotic total station* mampu untuk memberi kejituan yang lebih tinggi (0.5 mm) berbanding alat GPS (2 mm) bagi kaedah pengukuran *stop and go* (Radovanovic & Teskey, 2001).

Pemrosesan pada masa-hakiki juga merupakan keperluan di dalam kerja ukur industri, sebagai contoh kerja-kerja yang melibatkan pengawasan deformasi bagi empangan. Bagi tujuan itu, setiap cerapan yang dibuat perlulah diproses pada masa-hakiki dan ini memerlukan komunikasi atau hubungan di antara instrumen dan komputer bagi membenarkan pemindahan data dibuat semasa proses cerapan dilaksanakan. Setiap instrumen ukur mempunyai formatnya yang tersendiri, sebagai contoh alat Leica menggunakan format *Geo Serial Interface* (G.S.I.) dan GeoCOM bagi pemindahan data dari instrumen ke komputer. Untuk tujuan pemindahan data secara masa-hakiki, format atau protokol instrumen perlulah dikenalpasti terlebih dahulu.

Bagi tujuan pemrosesan data, maklumat-maklumat mengenai data mentah adalah diperlukan. Oleh itu, perisian ini telah menyediakan kesemua jenis data mentah (sudut ufuk, zenit, jarak cerun, jarak ufuk dan beza tinggi) termasuk data koordinat 3 dimensi bagi membenarkan kerja-kerja analisis lanjutan dilaksanakan.

1.2 Penyataan Masalah

Kerja pengukuran merupakan satu bidang yang memerlukan cerapan data dilaksanakan oleh manusia, dan telah menjadi lumrah yang manusia tidak terlepas dari melakukan kesilapan. Sesuai dengan kaedah kerja yang biasa dilaksanakan, sebarang kerja pemrosesan dilakukan setelah kerja-kerja pengukuran selesai dijalankan. Oleh itu, kelalaian dan kecuaiian manusia telah menyebabkan beberapa selisih pada cerapan tidak dapat dikesan semasa proses cerapan sedang dilaksanakan terutamanya selisih kasar. Selisih ini biasanya berpunca daripada pencerap atau pembantu yang lalai semasa melaksanakan kerja pengukuran, kurang kemahiran atau tidak cekap mengendalikan kerja. Antara contoh selisih kasar termasuklah angka yang dibaca atau dicatat tidak betul, salah tanda positif atau negatif, salah unit, salah titik perpuluhan dan sasaran dibuat pada titik yang salah (Kamaluddin & Abd. Majid, 1999). Oleh itu, bagi menyelesaikan masalah ini, cerapan yang membenarkan

perolehan data masa hakiki adalah perlu supaya sebarang semakan ke atas kemasukan data dapat dibuat.

Perisian komersial bagi perolehan data dan seterusnya pemprosesan masa hakiki di Malaysia adalah amat terhad dan kebiasaan harganya agak tinggi dan prosedur penggunaannya juga agak rumit. APSWin V1.42 merupakan contoh perisian masa hakiki komersial yang terdapat di Jabatan Kejuruteraan Geomatik, Fakulti Kejuruteraan dan Sains Geoinformasi, Universiti Teknologi Malaysia. Perisian yang dibina oleh syarikat Leica ini sememangnya mudah untuk diguna tetapi ia memerlukan penggunaan *dongle* sebelum pengguna boleh menggunakannya. Penggunaannya menjadi lebih rumit jika *dongle* rosak, hilang dan sebagainya. Kebiasaannya, sebarang instrumen seperti instrumen geoteknik, penerima GPS (*Global Positioning System*) dan sensor meteorologi membenarkan pemindahan data dari instrumen ke komputer dengan mudah tetapi berlainan dengan *total station* atau *robotic total station* yang melibatkan protokol pemindahan data yang agak rumit. Sebagai contoh, instrumen Leica menggunakan protokol GSI dan GeoCOM (**Seksyen 3.1**), di mana ia melibatkan pemindahan data menggunakan kod-kod tertentu bagi proses penghantaran dan penerimaan data.

Kerja ukur industri merupakan kerja ukur yang memerlukan tahap kejituan yang tinggi dan di dalam proses pengawalan sesuatu struktur, pemprosesan dan penilaian data perlu dilaksanakan pada masa hakiki. Oleh yang demikian, sebuah perisian yang membenarkan perolehan data masa hakiki amat diperlukan.

1.3 Objektif Kajian

Terdapat dua objektif utama yang telah digariskan bagi kajian ini, iaitu:

1. Menyediakan prosedur yang membenarkan komunikasi data antara alat *robotic total station* TCA2003 dan komputer; dan
2. Membangunkan perisian yang membenarkan proses penerimaan data dari alat *robotic total station* TCA2003 (RETIME) dan seterusnya membuat penilaian kualiti bacaan yang diterima oleh perisian RETIME.

1.4 Skop Kajian

Kajian ini lebih tertumpu kepada pembinaan program yang membenarkan perolehan data secara hakiki dari alat *robotic total station* model TCA 2003. Untuk mencapai tujuan tersebut, kajian literatur telah dibuat terhadap kajian-kajian yang telah dilaksanakan sebelumnya. Kajian literatur juga telah mengenalpasti konsep penggunaan dan kemampuan alat *robotic total station*, perisian yang bersesuaian dengan kajian yang telah dilaksanakan, model matematik yang terlibat, prosedur kerja ukur industri dan termasuklah metodologi yang membenarkan perolehan data secara masa-hakiki.

Komunikasi data merupakan perkara utama yang perlu difahami bagi menyempurnakan kajian ini. Oleh itu, sebelum pembinaan perisian dibuat prosedur komunikasi data yang melibatkan penggunaan alat *robotic total station* TCA2003 perlu difahami terlebih dahulu. Berdasarkan kajian literatur yang telah dibuat, didapati bahawa komunikasi data yang melibatkan alat *robotic total station* memerlukan pengaturcara memahami protokol yang digunakan oleh alat itu sendiri. Merujuk kajian yang dibuat di dalam tesis Bayly (1991), ia menggunakan protokol *Wild Geo Serial Interface* (GSI) bagi membenarkan komunikasi antara alat teodolit

elektronik model *Wild T2002* dan komputer. Bagi alat *robotic total station TCA2003* yang digunakan di dalam kajian ini, ia mempunyai protokol yang tersendiri iaitu format G.S.I dan GeoCOM yang dicipta khas untuk kegunaan alat Leica yang menggunakan sistem TPS1000 (Leica, 2000). Bagi kajian ini, protokol GeoCOM telah digunapakai berikutan kemampuannya yang membenarkan pengawalan sepenuhnya dilakukan ke atas alat *robotic total station TCA2003*.

Di dalam protokol GeoCOM, terdapat banyak fungsi yang boleh digunakan untuk mengawal alat *robotic total station* model TCA2003 (rujuk **Seksyen 3.1**) tetapi bagi kajian ini hanya empat fungsi sahaja yang digunakan iaitu aplikasi asas (BAP), komunikasi (COM), pengukur jarak elektronik (EDM) dan pengukuran dan pengiraan teodolit (TMC). Fungsi-fungsi yang digunakan ini hanya sesuai untuk menerima data dari alat *robotic total station* model TCA2003.

Bagi tujuan membina perisian RETIME, bahasa pengaturcaraan Microsoft Visual Basic V6.0 telah digunakan. Setelah perisian siap dibina, analisis telah dilaksanakan bagi memastikan data yang diperolehi pada perisian RETIME adalah betul dan sesuai untuk digunakan bagi kerja ukur industri.

1.5 Kepentingan Kajian

Sesuai dengan keperluan ukur industri yang memerlukan tahap kejituan yang tinggi dan tahap pengawalan yang teliti, maka ia memerlukan perolehan data masa hakiki bagi mengesan sebarang selisih yang berlaku semasa proses cerapan dilaksanakan. Kajian ini telah menyumbangkan salah satu prosedur yang membenarkan perolehan data secara hakiki. Dengan format penyusunan data yang mudah difahami, maka sebarang kerja-kerja pemprosesan dapat dilaksanakan dengan lebih mudah. Selain itu, pihak industri juga dapat menggunakan kaedah geomatik di dalam kerja-kerja industri yang melibatkan tahap kejituan yang tinggi serta prosedur yang rumit. Justeru itu, penggunaan teknik ukur dapat dipelbagaikan dan

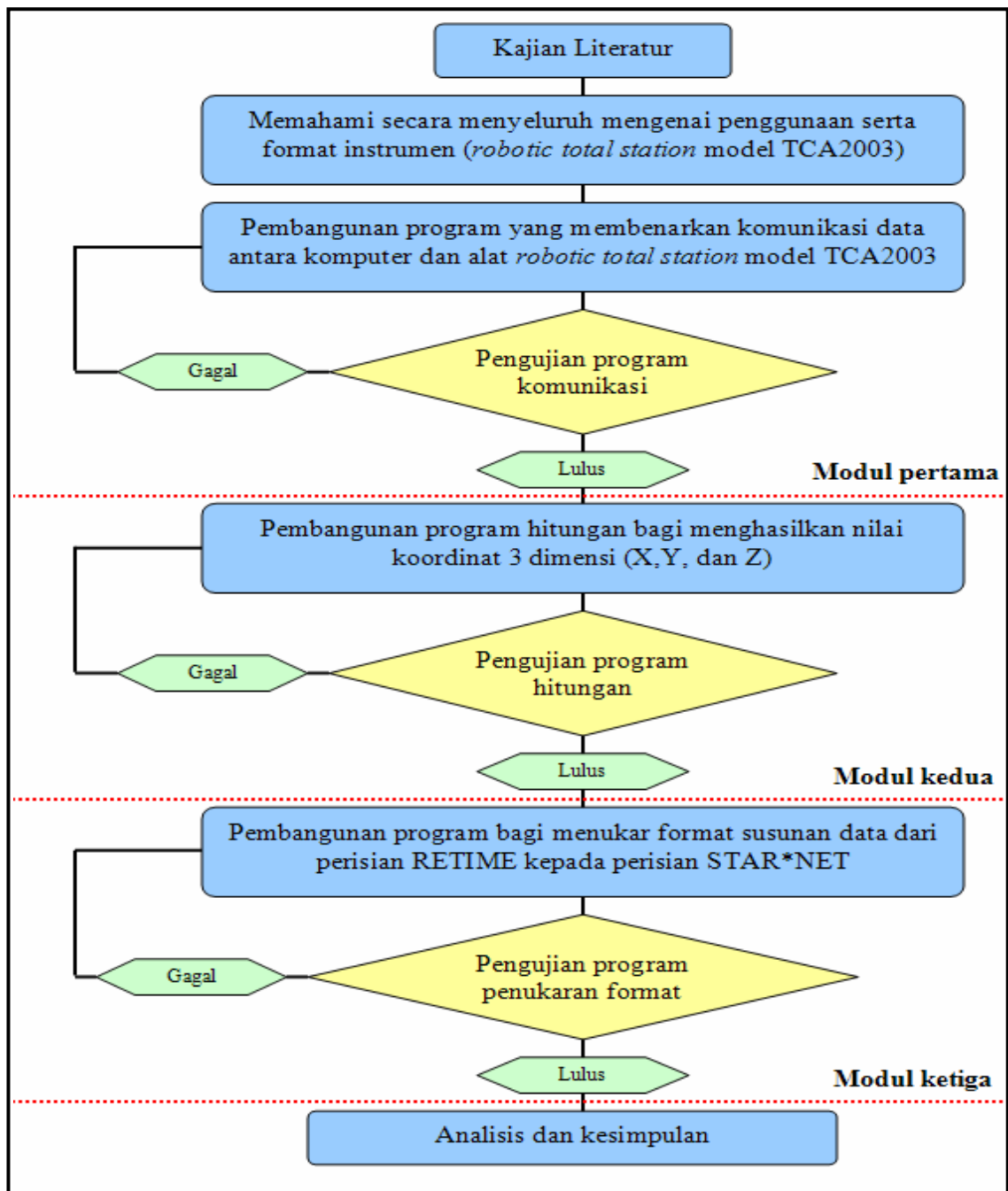
diperkenalkan kepada sektor industri mengenai kemampuannya di dalam kerja ukur industri.

1.6 Peralatan Yang Digunakan

Bagi kajian ini, terdapat tiga jenis alat *robotic total station* keluaran Leica yang digunakan iaitu TCA2003, TCA1102 dan TCA1103. Alat *robotic total station* TCA2003 telah digunakan bagi tujuan pembinaan perisian bagi perolehan data masa hakiki (RETIME), manakala alat *robotic total station* TCA1102 dan TCA1103 pula telah digunakan untuk membuktikan kemampuan perisian RETIME menerima data dari kesemua alat keluaran Leica model TCA. Selain daripada alat cerapan, terdapat juga beberapa perisian yang digunakan di dalam kajian ini iaitu perisian STAR*NET dan APSWin V1.42. Perisian STAR*NET telah digunakan sebagai perisian sokongan bagi perisian RETIME bagi menghasilkan data terlaras. Manakala perisian APSWin V1.42 telah digunakan sebagai semakan untuk menguji kemampuan perisian RETIME menerima data dari alat *robotic total station* model TCA. Bagi membina perisian RETIME, bahasa pengaturcaraan Microsoft Visual Basic V6.0 telah digunakan. Selain daripada bahasa pengaturcaraan Microsoft Visual Basic V6.0, terdapat beberapa bahasa pengaturcaraan lain yang turut digunakan bagi tujuan menguji kemampuan Microsoft Visual Basic V6.0 melakukan proses hitungan. Antara bahasa pengaturcaraan yang digunakan termasuklah Microsoft Visual C++ V6.0, Fortran Power Station V4.0 dan MATLAB V6.1.

1.7 Metodologi Kajian

Lazimnya, prosedur penyelidikan melibatkan beberapa proses kerja seperti kajian literatur, pengutipan data melalui prosedur kerja, pembangunan perisian atau sistem, pemprosesan data dan seterusnya analisis data. Bagi kajian ini, metodologi kerja yang dilakukan adalah seperti yang dipaparkan di dalam **Rajah 1.1**.



Rajah 1.1 Carta alir metodologi penyelidikan

Kajian ini melibatkan pembangunan perisian yang membenarkan komunikasi antara instrumen (*robotic total station* model TCA 2003) dan komputer. Untuk memudahkan proses pembinaan perisian dilakukan, maka ia telah dibahagikan kepada tiga modul. Merujuk kepada **Rajah 1.1**, modul pertama melibatkan pembinaan program bagi membenarkan proses penerimaan data dilakukan dari alat *robotic total station* model TCA 2003. Modul kedua pula berfungsi untuk melakukan proses hitungan bagi menghasilkan koordinat tiga dimensi (X, Y dan Z) secara masa hakiki. Modul yang seterusnya iaitu modul ketiga dibina bagi menukarkan format susunan data daripada format perisian RETIME kepada format perisian STAR*NET. Tujuan modul ketiga ini dibina adalah bagi membenarkan proses analisis pelarasan kuasa dua terkecil dilaksanakan dengan menggunakan perisian STAR*NET.

Modul pertama merupakan modul asas pembinaan perisian RETIME dan kajian telah dilaksanakan terhadap teori atau konsep yang membenarkan penghantaran maklumat dari instrumen ke komputer. Seterusnya jenis format yang digunakan oleh instrumen perlu difahami supaya pemindahan maklumat dapat dilakukan dengan sempurna. Sebagai contoh, alat *robotic total station* model TCA2003 menggunakan protokol GSI dan GeoCOM. Oleh itu, pemahaman terhadap protokol ini perlu dibuat terlebih dahulu bagi membenarkan sebarang komunikasi data.

Analisis dilakukan dengan membuat perbandingan data cerapan dengan perisian APSWin V1.42 bagi mengesahkan maklumat yang diterima oleh perisian RETIME adalah betul dan boleh digunakan. Selain itu, analisis juga dilaksanakan bagi membuktikan kemampuan perisian yang dibina untuk menerima data dari kesemua jenis alat *robotic total station* model TCA keluaran Leica. **Rajah 1.1** menunjukkan carta alir kerja bagi tujuan penyelidikan.

1.8 Aliran Bab Dan Kajian

Tesis yang dihasilkan ini mengandungi tujuh bab, yang mana **Bab 1** merupakan pengenalan kajian manakala **Bab 2** membincangkan mengenai kajian literatur yang berhubungkait dengan kajian yang dilakukan. Di samping itu, **Bab 2** juga menerangkan mengenai instrumen dan konsep-konsep mengenai komunikasi data yang digunakan di dalam kajian,

Bab 3 pula membincangkan mengenai konsep protokol GeoCOM, yang mana protokol ini telah digunakan di dalam proses pembinaan perisian RETIME. Protokol GeoCom merupakan protokol yang digunakan oleh alat *robotic total station* TCA2003 bagi tujuan komunikasi data. Bab ini juga menerangkan bagaimana prosedur pembinaan program boleh dilakukan menggunakan protokol GeoCOM.

Proses pembinaan perisian RETIME dibincangkan di dalam **Bab 4** dan penerangan dibuat mengikut modul-modul yang terdapat di dalam perisian RETIME. Modul-modul tersebut ialah komunikasi data, hitungan dan penukaran format. Di samping itu, **Bab 4** juga menerangkan mengenai metodologi analisis yang dilakukan terhadap perisian RETIME.

Bagi memastikan data yang diterima oleh perisian RETIME adalah betul, maka analisis perlu dilaksanakan. Terdapat lima analisis perbandingan yang telah dibincangkan di dalam **Bab 5** iaitu perbandingan data cerapan RETIME dan APSWin V1.42, perbandingan data cerapan dan terlaras, perbandingan data dari perisian hitungan, perbandingan data cerapan kesasaran dinamik dan perbandingan data cerapan TCA1102 dan TCA1103.

Bab 6 membuat rumusan mengenai keseluruhan kajian yang dibuat. Rumusan yang dibuat adalah berkisarkan kepada perisian yang telah dibina dari segi prosedur komunikasi yang digunakan, proses pembinaan perisian, kemampuan perisian dan keputusan analisis. Selain itu, sebarang kajian lanjutan yang boleh dilakukan, juga telah dinyatakan di dalam **Bab 6**.