

SENARAI KANDUNGAN

| BAB | PERKARA | HALAMAN |
|------------|---------------------------------|----------------|
| | PENGHARGAAN | iv |
| | ABSTRAK | v |
| | ABSTRACT | vi |
| | SENARAI KANDUNGAN | vii |
| | SENARAI JADUAL | xiv |
| | SENARAI RAJAH | xvi |
| | SENARAI ISTILAH | xxii |
| | SENARAI SIMBOL | xxiv |
| | SENARAI LAMPIRAN | xxv |
| 1 | Pengenalan Kajian | |
| | 1.1 Pendahuluan | 1 |
| | 1.2 Pernyataan Masalah | 2 |
| | 1.3 Objektif Kajian | 4 |
| | 1.4 Skop Kajian | 5 |
| | 1.5 Metodologi | 5 |
| | 1.6 Rumusan Aliran Bab | 8 |
| 2 | Fotogrametri Jarak Dekat | |
| | 2.1 Pendahuluan | 9 |
| | 2.2 Sistem Fotogrametri | 10 |
| | 2.2.1 Sistem Perolehan Data | 10 |

| | | |
|-------|-----------------------------------------------------|----|
| 2.2.2 | Kaedah Penilaian | 11 |
| 2.3 | Fotogrametri Jarak Dekat | 12 |
| 2.3.1 | Aplikasi Fotogrametri Jarak Dekat | 13 |
| 2.4 | Kepentingan Kamera Dalam Fotogrametri Jarak Dekat | 15 |
| 2.4.1 | Kamera Metrik | 16 |
| 2.4.2 | Kamera Bukan Metrik | 19 |
| 2.5 | Kamera Digital | 20 |
| 2.5.1 | Konsep Pengukuran Koordinat 3D Kamera Digital (CCD) | 21 |
| 2.6 | Imej Digital | 27 |
| 2.7 | Kalibrasi Kamera | 28 |
| 2.8 | Rumusan Bab 2 | 30 |

3

PENJANAAN MODEL TIGA DIMENSI KAEDAH FOTOGRAMETRI DIGITAL

| | | |
|-------|----------------------------------------|----|
| 3.1 | Pendahuluan | 31 |
| 3.2 | Pengkelasan Kaedah Tanpa Sentuhan | 31 |
| 3.2.1 | Penderia Aktif | 32 |
| 3.2.2 | Penderia Pasif | 32 |
| 3.3 | Penjanaan Model Tiga Dimensi (3D) | 33 |
| 3.3.1 | Penjanaan Model 3D Berasaskan Imej | 33 |
| 3.3.2 | Rekabentuk Jaringan Geometri | 35 |
| 3.3.3 | Pengukuran Titik Objek | 38 |
| 3.3.4 | Penskalaan | 40 |
| 3.3.5 | Pembentukan Model Melalui Koordinat 3D | 41 |
| 3.4 | Rumusan Bab 3 | 44 |

4

OBJEK KAJIAN DAN PERISIAN

| | | |
|-------|------------------------|----|
| 4.1 | Pendahuluan | 46 |
| 4.2 | Peralatan dan Perisian | 46 |
| 4.2.1 | Kamera | 48 |
| 4.2.2 | Alat Total Station | 49 |

| | | |
|-------|--------------------------------------------------------|----|
| 4.2.3 | Sistem V-STARS | 50 |
| 4.3 | Objek Kajian | 52 |
| 4.3.1 | Replika Botol | 52 |
| 4.3.2 | Replika Paip Selinder | 53 |
| 4.3.3 | Model Kapal <i>Multi Mission Vessel</i> (MMV) | 53 |
| 4.3.4 | Kenderaan Pacuan Empat Roda Mitsubishi Pajero | 54 |
| 4.4 | Perisian Australis 6.01 | 55 |
| 4.4.1 | Latar belakang Perisian | 56 |
| 4.4.2 | Paparan Projek | 58 |
| 4.4.3 | Memulakan Projek | 60 |
| 4.4.4 | Orientasi Relatif (<i>Relative Orientation-RO</i>) | 63 |
| 4.4.5 | Pendigitan Titik Sasaran | 65 |
| 4.4.6 | Pemprosesan Data | 67 |
| | 4.4.6.1 Silangalikan (<i>Resection</i>) | 67 |
| | 4.4.6.2 Penyegitigaan (<i>Triangulation</i>) | 68 |
| | 4.4.6.3 Pelarasan Ikatan (<i>Bundle Adjustment</i>) | 68 |
| 4.4.7 | Hasil dan Analisa | 70 |
| 4.5 | Perisian PhotoModeler 5.0 | 71 |
| 4.5.1 | Latarbelakang Perisian | 71 |
| 4.5.2 | Paparan Projek | 72 |
| 4.5.3 | Memulakan Projek | 73 |
| 4.5.4 | Pendigitan Titik Sasaran | 75 |
| 4.5.5 | Pemprosesan Data | 78 |
| 4.5.6 | Penskalaan dan Putaran (<i>Scaling dan Rotation</i>) | 80 |
| | 4.5.6.1 Penskalaan | 80 |
| | 4.5.6.2 Putaran (<i>Rotation</i>) | 81 |
| 4.5.7 | Hasil dan Analisa | 82 |
| 4.5.8 | Permodelan 3D | 83 |
| | 4.5.8.1 Pembentukan <i>Poligon</i> | 84 |
| | 4.5.8.2 Model <i>Wireframe</i> | 85 |
| | 4.5.8.3 Model <i>Shaded</i> | 86 |
| | 4.5.8.4 Model <i>Texture</i> | 86 |

| | | |
|-------|-----------------------------|----|
| 4.6 | Perisian Rhinoceros 3.0 | 87 |
| 4.6.1 | Latarbelakang Perisian | 87 |
| 4.6.2 | Paparan Projek Rhinoceros | 89 |
| 4.6.3 | Memulakan Projek | 90 |
| 4.6.4 | Pembentukan <i>Poligon</i> | 91 |
| 4.6.5 | Model <i>Wireframe</i> | 92 |
| 4.6.6 | Model <i>Shaded</i> | 93 |
| 4.6.7 | Model <i>Render (Solid)</i> | 94 |
| 4.6.8 | Hasil & Analisa | 95 |
| 4.7 | Rumusan Bab 4 | 97 |

5

METODOLOGI

| | | |
|---------|--------------------------------------------------------|-----|
| 5.1 | Pendahuluan | 99 |
| 5.2 | Kalibrasi Kamera | 99 |
| 5.2.1 | Kalibrasi Kamera Menggunakan Perisian Australis | 100 |
| 5.2.2 | Kalibrasi Kamera Menggunakan Perisian PhotoModeler 5.0 | 102 |
| 5.3 | Penandaan Titik Objek | 104 |
| 5.4 | Prosedur Pengumpulan Data Objek | 107 |
| 5.4.1 | Kaedah Fotogrametri | 107 |
| 5.4.1.1 | Perletakan Bar Kalibrasi | 108 |
| 5.4.1.2 | Pengambaran Imej | 108 |
| 5.4.2 | Pengukuran Semakan Objek | 109 |
| 5.4.2.1 | Pengukuran Sistem V-STARS | 109 |
| 5.4.2.2 | Pengukuran Geodetik Total Station | 110 |
| 5.4.3 | Pemprosesan Imej | 110 |
| 5.4.3.1 | Perisian Australis & PhotoModeler | 111 |
| 5.4.3.2 | Sistem V-STARS | 112 |
| 5.4.3.3 | Kaedah Geodetik Total Station | 113 |
| 5.4.4 | Penjanaan Model Tiga Dimensi (3D) Objek | 114 |
| 5.5 | Rumusan Bab 5 | 115 |

6

ANALISIS DAN HASIL

| | | |
|---------|------------------------------------------|-----|
| 6.1 | Pengenalan | 116 |
| 6.2 | Kes Kajian 1 (Replika Botol) | 116 |
| 6.2.1 | Analisis Pemprosesan | 117 |
| 6.2.2 | Analisis Ketepatan | 117 |
| 6.2.2.1 | Semakan Pengukuran Arah 90 Darjah | 118 |
| 6.2.2.2 | Semakan Pengukuran Arah 180 Darjah | 119 |
| 6.2.2.3 | Semakan Pengukuran Arah 135 Darjah | 121 |
| 6.2.2.4 | Semakan Pengukuran Arah 225 Darjah | 122 |
| 6.2.3 | Analisis Model dan Persembahan | 124 |
| 6.2.3.1 | Analisis Ketepatan Garis Kelengkungan | 124 |
| 6.2.3.2 | Analisa Permukaan Model | 126 |
| 6.3 | Kes Kajian II (Replika Paip Selinder) | 129 |
| 6.3.1 | Analisis Pemprosesan | 129 |
| 6.3.2 | Analisis Ketepatan | 130 |
| 6.3.2.1 | Semakan Pengukuran Arah 90 Darjah | 130 |
| 6.3.2.2 | Semakan Pengukuran Arah 180 Darjah | 132 |
| 6.3.2.3 | Semakan Pengukuran Arah 135 Darjah | 133 |
| 6.3.2.4 | Semakan Pengukuran Arah 225 Darjah | 135 |
| 6.3.3 | Analisis Model dan Persembahan | 136 |
| 6.3.3.1 | Analisis Ketepatan Garis Kelengkungan | 137 |
| 6.3.3.2 | Analisa Permukaan Model | 138 |
| 6.4 | Kes Kajian III (Model Kapal MMV) | 142 |
| 6.4.1 | Analisis Pemprosesan | 142 |
| 6.4.2 | Analisis Ketepatan | 143 |

| | | |
|----------|------------------------------------------|-----|
| 6.4.2.1 | Semakan Pengukuran Arah 90 Darjah | 143 |
| 6.4.2.2 | Semakan Pengukuran Arah 180 Darjah | 145 |
| 6.4.2.3 | Semakan Pengukuran Arah 135 Darjah | 146 |
| 6.4.2.4 | Semakan Pengukuran Arah 225 Darjah | 148 |
| 6.4.3 | Analisis Model dan Persembahan | 149 |
| 6.4.3.1 | Analisis Ketepatan Garis Kelengkungan | 150 |
| 6.4.3.2 | Analisa Permukaan Model | 152 |
| 6.5 | Kes Kajian IV (Kenderaan Pacuan 4 Roda) | 154 |
| 6.5.1 | Analisis Pemprosesan | 154 |
| 6.5.2 | Analisis Ketepatan | 155 |
| 6.5.2.1 | Semakan Pengukuran Arah 90 Darjah | 155 |
| 6.5.2.2 | Semakan Pengukuran Arah 180 Darjah | 157 |
| 6.5.2.3 | Semakan Pengukuran Arah 135 Darjah | 158 |
| 6.5.2.4 | Semakan Pengukuran Arah 225 Darjah | 160 |
| 6.5.3 | Analisis Model dan Persembahan | 161 |
| 6.5.3.1 | Analisis Ketepatan Garis Kelengkungan | 162 |
| 6.5.3.2 | Analisa Permukaan Model | 165 |
| 6.6 | Rumusan Bab 6 | 166 |
| 7 | KESIMPULAN DAN CADANGAN | |
| 7.1 | Pendahuluan | 169 |
| 7.2 | Kesimpulan | 169 |
| 7.3 | Sumbangan Kajian | 173 |

| | |
|--------------------------------|-----------|
| | xiii |
| 7.4 Cadangan | 174 |
| SENARAI DOKUMEN RUJUKAN | 175 |
| LAMPIRAN A – S | 182 - 279 |

SENARAI JADUAL

| NO JADUAL | TAJUK | HALAMAN |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1 | Jenis kamera, harga, ketepatan dan aplikasi (Fraser, 2002) | 16 |
| 2.2 | Perbezaan antara kamera metrik dan kamera bukan metrik (Wolf, 1983) | 20 |
| 3.1 | Perisian-perisian kormesial CAD dan Kejuruteraan Balikan untuk permodelan 3D (Remondino, 2003) | 43 |
| 3.2 | Antara perisian permodelan 3D atau animasi (Remondino, 2003) | 43 |
| 4.1 | Spesifikasi bagi kamera digital Canon Powershot S400 (Canon, 2003) | 49 |
| 6.1 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 90 darjah | 118 |
| 6.2 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 180 darjah | 120 |
| 6.3 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 135 darjah | 121 |
| 6.4 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 225 darjah | 123 |
| 6.5 | Ukuran garis kelengkungan model Replika Botol | 125 |
| 6.6 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 90 darjah | 131 |
| 6.7 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 180 darjah | 132 |
| 6.8 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 135 darjah | 134 |
| 6.9 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 225 darjah | 135 |
| 6.10 | Ukuran garis kelengkungan model Paip Selinder | 137 |
| 6.11 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 90 darjah | 144 |
| 6.12 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 180 darjah | 145 |
| 6.13 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 135 darjah | 147 |
| 6.14 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 225 darjah | 148 |

| | | |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.15 | Hasil perbandingan garis kelengkungan dalam arah 90 derajat bagi jarak lengkung kurang daripada 300 mm | 150 |
| 6.16 | Hasil perbandingan garis kelengkungan dalam arah 180 derajat bagi jarak lengkung kurang daripada 300 mm | 151 |
| 6.17 | Hasil perbandingan garis kelengkungan dalam arah 90 derajat bagi jarak lengkung lebih daripada 300 mm | 151 |
| 6.18 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 90 derajat | 156 |
| 6.19 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 180 derajat | 157 |
| 6.20 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 135 derajat | 159 |
| 6.21 | Ukuran jarak garis semakan dalam arah 225 derajat | 160 |
| 6.22 | Hasil perbandingan garis kelengkungan dalam arah 90 derajat bagi jarak lengkung kurang daripada 700 mm | 162 |
| 6.23 | Hasil perbandingan garis kelengkungan dalam arah 180 derajat bagi jarak lengkung kurang daripada 700 mm | 163 |
| 6.24 | Hasil perbandingan garis kelengkungan dalam arah 90 derajat bagi jarak lengkung lebih daripada 700 mm | 164 |
| 6.25 | Hasil perbandingan garis kelengkungan dalam arah 180 derajat bagi jarak lengkung lebih daripada 700 mm | 164 |

SENARAI RAJAH

| NO RAJAH | TAJUK | HALAMAN |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1.1 | Metodologi Kajian | 7 |
| 2.1 | Kamera metrik tunggal (<i>Phototheodolite FT1318/10</i>) (Bursky, 2004) | 17 |
| 2.2 | Kamera stereometrik (<i>Zeiss SMK40</i>) (Foto Hut, 2004) | 17 |
| 2.3 | Kamera INCA (GSI, 2006) | 18 |
| 2.4 | Kamera bukan metrik ; (a) Kamera 35 mm, (b) Kamera Video dan (c) Kamera Digital (Imaging Resouces, 2003) | 19 |
| 2.5 | Pengoperasian Pengesan CCD | 21 |
| 2.6 | Sistem koordinat imej dan objek | 22 |
| 3.1 | Proses pengukuran fotogrametri jarak dekat (GSI, 2006) | 34 |
| 3.2 | Proses permodelan kaedah fotogrametri jarak dekat (GSI, 2006) | 35 |
| 3.3 | Pertindihan titik sasaran yang sempurna (GSI, 2006) | 36 |
| 3.4 | Sudut antara kamera dengan sasaran retro (GSI, 2006) | 37 |
| 3.5 | Sudut persilangan kamera (GSI, 2006) | 37 |
| 3.6 | Pelbagai jenis dan saiz pemantul-retro (GSI, 2006) | 39 |
| 3.7 | Ciri-ciri Pemantul Retro (a) Pandangan dekat filem pantulan-retro (b) Mod operasi pantulan (Clarke, 1994) | 39 |
| 3.8 | Kepentingan penskalaan dalam pengukuran (GSI, 2006) | 40 |
| 3.9 | Pelbagai saiz dan bentuk palang skala (<i>scale bar</i>) | 40 |
| 3.10 | Proses permodelan dan visualisasi fotogrametri (Gruen, 2002) | 42 |
| 3.11 | Pandangan dekat model 3D Patung Buddha Bamiyan dalam bentuk <i>WireFrame</i> , <i>Shaded</i> dan <i>Texture</i> (Gruen <i>et al.</i> , 2002) | 44 |
| 4.1 | Perkakasan dan perisian projek kajian | 47 |
| 4.2 | Canon Powershot S400 (Canon, 2003) | 48 |

| | | |
|------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3 | Alat Total Station (Leica TM5100A) | 50 |
| 4.4 | Set kamera INCA (Intelligent Camera) | 51 |
| 4.5 | Replika Botol | 52 |
| 4.6 | Replika Paip Selinder | 53 |
| 4.7 | Model Kapal <i>Multi Mission Vessel</i> (MMV) | 54 |
| 4.8 | Kenderaan Pacuan Empat Roda Mitsubishi Pajero | 55 |
| 4.9 | Paparan Perisian Australis | 56 |
| 4.10 | Prosedur pengukuran titik objek perisian fotogrametri Australis | 57 |
| 4.11 | Paparan Projek | 58 |
| 4.12 | Paparan imej | 59 |
| 4.13 | Paparan grafik 3D bagi kedudukan kamera dan titik objek | 59 |
| 4.14 | Pemilihan unit pengukuran | 60 |
| 4.15 | Pemilihan jenis kamera projek | 61 |
| 4.16 | Penetapan direktori imej disimpan dan memuat-turun imej | 62 |
| 4.17 | Senarai imej yang dimuat-turun dan masih belum diproses | 62 |
| 4.18 | Menetapkan palang skala yang digunakan di dalam projek | 63 |
| 4.19 | Tetingkap <i>Relative Orientation</i> (RO) dengan paparan dua imej | 64 |
| 4.20 | Hasil proses RO | 64 |
| 4.21 | Ikon utama pengukuran titik sasaran imej | 65 |
| 4.22 | Tetingkap imej serta menu utama pengukuran/pendigitan | 65 |
| 4.23 | Proses pendigitan imej dengan bantuan tettingkap pembesaran | 66 |
| 4.24 | Pendigitan titik sasaran yang telah sempurna | 66 |
| 4.25 | Hasil proses Silangalikan | 67 |
| 4.26 | Hasil proses Penyegitigaan | 68 |
| 4.27 | Hasil proses <i>Bundle Adjustment</i> (Pelarasan Ikatan) | 69 |
| 4.28 | Paparan grafik koordinat 3D titik objek dan analisa ukuran jarak | 70 |
| 4.29 | Paparan Perisian PhotoModeler | 71 |
| 4.30 | Prosedur pengukuran dan permodelan objek 3D PhotoModeler 5.0 | 72 |
| 4.31 | Paparan Projek | 73 |
| 4.32 | Memulakan projek perisian PhotoModeler 5.0 dan penetapan unit pengukuran | 74 |
| 4.33 | Pemilihan kamera dan parameter kalibrasi kamera | 74 |
| 4.35 | Mengimport masuk imej ke dalam perisian | 75 |

| | | |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.36 | Senarai imej yang diimport serta masih belum diproses (ditandakan dengan pangkah berwarna merah) | 76 |
| 4.37 | Ikon utama pendigitan titik sasaran imej | 76 |
| 4.38 | Pendigitan titik sasaran retro menggunakan <i>Point Mark</i> | 77 |
| 4.39 | Pendigitan titik sepunya modul <i>Referencing</i> dan <i>Epipolar Guide</i> | 78 |
| 4.40 | Tetingkap <i>Processing</i> untuk pemprosesan data | 79 |
| 4.41 | Keputusan dan nilai selisih pemprosesan | 79 |
| 4.43 | Proses penskalaan | 81 |
| 4.44 | Proses Putaran (<i>Rotation</i>) | 81 |
| 4.45 | Paparan titik objek dan kedudukan kamera dalam <i>3D Viewer</i> | 82 |
| 4.46 | Analisa jarak antara dua titik | 83 |
| 4.47 | Penyambungan titik bagi membentuk poligon | 84 |
| 4.49 | Model 3D dalam bentuk <i>Wireframe</i> | 85 |
| 4.50 | Model 3D dalam bentuk <i>Shaded</i> | 86 |
| 4.51 | Model 3D dalam bentuk <i>Texture</i> | 87 |
| 4.52 | Paparan Perisian Rhinoceros | 88 |
| 4.53 | Prosedur permodelan objek perisian permodelan Rhinoceros | 89 |
| 4.54 | Paparan Projek Perisian Rhinoceros | 90 |
| 4.55 | Memasukkan maklumat fail data 3D Australis | 91 |
| 4.56 | Paparan titik-titik koordinat 3D pada ruang paparan projek | 91 |
| 4.57 | Pembinaan garisan antara titik bagi penjanaan model | 92 |
| 4.58 | Pembentukan <i>Wireframe</i> melalui pendaftaran <i>Patch</i> pada poligon | 93 |
| 4.59 | Paparan Model <i>Wireframe</i> | 93 |
| 4.60 | Paparan Model <i>Shaded</i> | 94 |
| 4.61 | Paparan Model <i>Render(Solid)</i> | 94 |
| 4.62 | Menu <i>Analyze</i> di paparan projek | 95 |
| 4.63 | Arahan <i>Curvature Analysis</i> di bawah arahan <i>Surface</i> pada menu <i>Analyze</i> | 96 |
| 4.64 | Paparan analisa lengkung permukaan mengikut perbezaan warna | 96 |
| 4.65 | Paparan analisa lengkung permukaan kaedah <i>Zebra</i> | 97 |
| 5.1 | Plat kalibrasi dengan palang skala | 100 |
| 5.2 | Kedudukan kamera dan plat kalibrasi | 101 |
| 5.3 | Imej plat kalibrasi dan paparan proses kalibrasi perisian Australis | 102 |
| 5.4 | Slaid kalibrasi perisian PhotoModeler 5.0 | 103 |

| | | |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.5 | Menu kalibrasi kamera bagi perisian PhotoModeler | 103 |
| 5.6 | Proses kalibrasi kamera bagi perisian PhotoModeler | 104 |
| 5.7 | Penandaan titik sasaran retro pada replika botol dan perletakan bar kalibrasi | 105 |
| 5.8 | Penandaan titik sasaran retro pada replika paip selinder dan perletakan bar kalibrasi | 105 |
| 5.9 | Penandaan titik sasaran retro pada Model Kapal MMV dan perletakan bar kalibrasi | 106 |
| 5.10 | Penandaan titik sasaran retro pada Kenderaan Pacuan Empat Roda dan perletakan bar kalibrasi | 107 |
| 5.11 | Pengambilan imej objek menggunakan kamera secara lingkaran | 109 |
| 5.12(a) | Paparan akhir pemprosesan imej dengan Perisian Australis | 111 |
| 5.12(b) | Paparan akhir pemprosesan imej dengan Perisian PhotoModeler | 112 |
| 5.13 | Prinsip pengukuran dan sistem koordinat geodetik | 113 |
| 6.1 | Graf bar selisih bagi ukuran garis semak arah 90 darjah | 119 |
| 6.2 | Graf bar bagi selisih ukuran garis semak 180 darjah | 120 |
| 6.3 | Graf bar bagi selisih ukuran garis semak 135 darjah | 122 |
| 6.4 | Graf bar bagi selisih ukuran garis semak arah 225 darjah | 123 |
| 6.5 | Graf bar bagi selisih ukuran garisan kelengkungan model replika botol | 125 |
| 6.6 | Analisa kelengkungan permukaan data V-STARs kaedah <i>Surface Curvature</i> | 126 |
| 6.7 | Analisa kelengkungan permukaan data V-STARs kaedah <i>Surface Zebra</i> | 127 |
| 6.8 | Analisa kelengkungan permukaan data Australis kaedah <i>Surface Curvature</i> | 127 |
| 6.9 | Analisa kelengkungan permukaan data Australis kaedah <i>Surface Zebra</i> | 128 |
| 6.10 | Analisa kelengkungan permukaan data PhotoModeler kaedah <i>Surface Curvature</i> | 128 |
| 6.11 | Analisa kelengkungan permukaan data PhotoModeler kaedah <i>Surface Zebra</i> | 129 |
| 6.12 | Graf bar selisih bagi ukuran garis semak arah 90 darjah | 131 |
| 6.13 | Graf bar bagi selisih ukuran garis semak 180 darjah | 133 |

| | | |
|------|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.14 | Graf bar bagi selisih ukuran garis semak 135 darjah | 134 |
| 6.15 | Graf bar bagi selisih ukuran garis semak arah 225 darjah | 136 |
| 6.16 | Graf bar bagi selisih ukuran garisan kelengkungan model Replika Paip | 138 |
| 6.17 | Analisa kelengkungan permukaan data V-STARS kaedah <i>Surface Curvature</i> | 139 |
| 6.18 | Analisa kelengkungan permukaan data V-STARS kaedah <i>Surface Zebra</i> | 139 |
| 6.19 | Analisa kelengkungan permukaan data Australis kaedah <i>Surface Curvature</i> | 140 |
| 6.20 | Analisa kelengkungan permukaan data Australis kaedah <i>Surface Zebra</i> | 140 |
| 6.21 | Analisa kelengkungan permukaan data PhotoModeler kaedah <i>Surface Curvature</i> | 141 |
| 6.22 | Analisa kelengkungan permukaan data PhotoModeler kaedah <i>Surface Zebra</i> | 141 |
| 6.23 | Graf bar selisih bagi ukuran garis semak arah 90 darjah | 144 |
| 6.24 | Graf bar bagi selisih ukuran garis semak 180 darjah | 146 |
| 6.25 | Graf bar bagi selisih ukuran garis semak 135 darjah | 147 |
| 6.26 | Graf bar bagi selisih ukuran garis semak arah 225 darjah | 149 |
| 6.27 | Analisa kelengkungan permukaan data Australis kaedah <i>Surface Curvature</i> | 152 |
| 6.28 | Analisa kelengkungan permukaan data Australis kaedah <i>Surface Zebra</i> | 153 |
| 6.29 | Analisa kelengkungan permukaan data PhotoModeler kaedah <i>Surface Curvature</i> | 153 |
| 6.30 | Analisa kelengkungan permukaan data PhotoModeler kaedah <i>Surface Zebra</i> | 154 |
| 6.31 | Graf bar selisih bagi ukuran garis semak arah 90 darjah | 156 |
| 6.32 | Graf bar bagi selisih ukuran garis semak 180 darjah | 158 |
| 6.33 | Graf bar bagi selisih ukuran garis semak 135 darjah | 159 |
| 6.34 | Graf bar bagi selisih ukuran garis semak arah 225 darjah | 161 |
| 6.35 | Analisa kelengkungan permukaan data Australis kaedah <i>Surface Curvature</i> | 165 |

| | | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.36 | Analisa kelengkungan permukaan data Australis kaedah <i>Surface Zebra</i> | 165 |
| 6.37 | Analisa kelengkungan permukaan data PhotoModeler kaedah <i>Surface Curvature</i> | 166 |
| 6.38 | Analisa kelengkungan permukaan data PhotoModeler kaedah <i>Surface Zebra</i> | 166 |

SENARAI ISTILAH

| Bahasa Inggeris | | Bahasa Melayu |
|--------------------------------|---|---------------------------------|
| Two-Dimensional (2D) | - | Dua Dimensi |
| Three-Dimensional (3D) | - | Tiga Dimensi |
| Bundle Adjustment | - | Pelarasan Bundle |
| Calibration | - | Kalibrasi |
| Convergent | - | Konvergen |
| Coordinate Measurement Machine | - | Mesin pengukuran koordinat |
| Control Point | - | Titik Kawalan |
| Curvature | - | Kelengkungan |
| Digital Camera | - | Kamera Digital |
| Focal Length | - | Jarak Fokus |
| Intersection | - | Silangan |
| Least Square | - | Pelarasan Ganda Dua terdikit |
| Marking Point | - | Titik Penandaan |
| Metric Camera | - | Kamera Metrik |
| Metrology | - | Metrologi |
| On-line | - | Masa nyata |
| Photogrammetry | - | Fotogrametri |
| Phototheodolite | - | Fototeodolit |
| Pixel | - | Piksel |
| Platform | - | Pelantar |
| Point Cloud | - | Himpunan titik |

| | | |
|------------------|---|-------------------------|
| Polygon | - | Geometri Pelbagai Segi |
| Resection | - | Silangalikan |
| Retro-Reflective | - | Sasaran Pantulan Cahaya |
| Scanner | - | Pengimbas |
| Stereometric | - | Stereometrik |
| Substance Bar | - | Bar Substan |
| Surface | - | Permukaan |
| Test field | - | Medan Ujian |
| Total Station | - | Total Station |
| Triangulation | - | Triangulasi |
| Wireframe | - | Kerangka |
| Zebra Analysis | - | Analisa Corak Belang |
| Zoom In | - | Pembesaran Imej |
| Zoom Out | - | Pengecilan Imej |

SENARAI SIMBOL

| | | |
|-----------|---|---------------------------------------|
| S | - | Nilai skala |
| a | - | Nilai penderia imej |
| A | - | Nilai bes kamera |
| f | - | Nilai jarak fokus bagi kamera |
| H | - | Nilai jarak dari objek ke kamera bes. |
| (x,y,z) | - | Koordinat x, y dan z |
| σ | - | Sisihan piawai |
| μ | - | Min (purata) |

SENARAI LAMPIRAN

| LAMPIRAN | TAJUK | HALAMAN |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| A | Hasil pelarasan ikatan dan parameter kamera bagi proses kalibrasi kamera menggunakan perisian Australis | 182 |
| B | Hasil pelarasan ikatan dan parameter kamera bagi proses kalibrasi kamera menggunakan perisian PhotoModeler | 185 |
| C | Imej Objek Replika Botol | 187 |
| D1 | Hasil Pemprosesan Imej dan Koordinat 3D Objek Replika Botol Perisian Australis | 188 |
| D2(a) | Hasil Pemprosesan Imej Objek Replika Botol Perisian PhotoModeler | 197 |
| D2(b) | Hasil Koordinat 3D Pemprosesan Imej Objek Replika Botol Perisian PhotoModeler | 202 |
| E1 | Kedudukan Kamera dan Titik 3D Australis bagi Objek Replika Botol | 205 |
| E2 | Hasil Penjanaan Model Replika Botol menggunakan data Australis dengan paparan <i>wireframe</i> | 206 |
| F | Hasil Penjanaan Model objek Replika Botol menggunakan data Australis dengan paparan permukaan <i>Shaded</i> | 207 |
| G1 | Kedudukan Kamera dan Titik 3D PhotoModeler bagi Objek Replika Botol | 208 |

| | | |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| G2 | Hasil Penjanaan Model Replika Botol menggunakan data PhotoModeler dengan paparan <i>wireframe</i> | 209 |
| G3 | Hasil Penjanaan Model objek Replika Botol menggunakan data PhotoModeler dengan paparan permukaan <i>Shaded</i> | 210 |
| H | Imej Objek Replika Paip Selinder | 211 |
| I1 | Hasil Pemprosesan Imej dan Koordinat 3D Objek Replika Paip Selinder Perisian Australis | 212 |
| I2(a) | Hasil Pemprosesan Imej Objek Replika Paip Selinder Perisian PhotoModeler | 219 |
| I2(b) | Hasil Koordinat 3D Pemprosesan Imej Objek Replika Paip Selinder Perisian PhotoModeler | 226 |
| J1 | Kedudukan Kamera dan Titik 3D Australis bagi Objek Replika Paip Selinder | 227 |
| J2 | Hasil Penjanaan Model Replika Paip Selinder menggunakan data Australis dengan paparan <i>wireframe</i> | 228 |
| J3 | Hasil Penjanaan Model Objek Replika Paip Selinder menggunakan data Australis dengan paparan permukaan <i>Shaded</i> | 229 |
| K1 | Kedudukan Kamera dan Titik 3D PhotoModeler bagi Objek Replika Paip Selinder | 230 |
| K2 | Hasil Penjanaan Model Replika Paip Selinder menggunakan data PhotoModeler dengan paparan <i>wireframe</i> | 231 |
| K3 | Hasil Penjanaan Model Objek Replika Paip Selinder menggunakan data PhotoModeler dengan paparan permukaan <i>Shaded</i> | 232 |
| L | Imej Objek Model Kapal MMV | 233 |
| M1 | Hasil Pemprosesan Imej dan Koordinat 3D Objek Model Kapal MMV Perisian Australis | 234 |

| | | |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| M2(a) | Hasil Pemrosesan Imej Objek Model Kapal MMV Perisian PhotoModeler | 242 |
| M2(b) | Hasil Koordinat 3D Pemrosesan Imej Objek Model Kapal MMV Perisian Australis | 246 |
| N1 | Kedudukan Kamera dan Titik 3D Australis bagi Model Kapal MMV | 250 |
| N2 | Hasil Penjanaan Model Kapal MMV menggunakan data Australis dengan paparan <i>Wireframe</i> | 251 |
| N3 | Hasil Penjanaan Model Kapal MMV menggunakan data Australis dengan paparan permukaan <i>Shaded</i> | 252 |
| O1 | Kedudukan Kamera dan Titik 3D PhotoModeler bagi Model Kapal MMV | 253 |
| O2 | Hasil Penjanaan Model Kapal MMV menggunakan data PhotoModeler dengan paparan <i>Wireframe</i> | 254 |
| O3 | Hasil Penjanaan Model Kapal MMV menggunakan data PhotoModeler dengan paparan permukaan <i>Shaded</i> | 255 |
| P | Imej Objek Kenderaan Pacuan 4 Roda Mitsubishi Pajero | 256 |
| Q1 | Hasil Pemrosesan Imej dan Koordinat 3D Objek Kenderaan Pacuan 4 Roda Mitsubishi Pajero Perisian Australis | 257 |
| Q2(a) | Hasil Pemrosesan Imej Objek Kenderaan Pacuan 4 Roda MitsubishiPajero Perisian PhotoModeler | 265 |
| Q2(b) | Hasil Koordinat 3D Pemrosesan Imej Objek Kenderaan Pacuan 4 Roda MitsubishiPajero Perisian PhotoModeler | 269 |
| R1 | Kedudukan Kamera dan Titik 3D Australis bagi Kenderaan Pacuan 4 Roda Pajero | 274 |
| R2 | Hasil Penjanaan Model Pacuan Empat Roda menggunakan data Australis dengan paparan <i>Wireframe</i> | 275 |
| R3 | Hasil Penjanaan Model Pacuan Empat Roda menggunakan data Australis dengan paparan permukaan <i>Shaded</i> | 276 |

| | | |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| S1 | Kedudukan Kamera dan Titik 3D PhotoModeler bagi Kendaraan Pacuan 4 Roda Pajero | 277 |
| S2 | Hasil Penjanaan Model Pacuan Empat Roda menggunakan data PhotoModeler dengan paparan <i>Wireframe</i> | 278 |
| S3 | Hasil Penjanaan Model Pacuan Empat Roda menggunakan data PhotoModeler dengan paparan permukaan <i>Shaded</i> | 279 |