

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
HALAMAN PERNYATAAN .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1. Latar Belakang .....	1
I.2. Lingkup Kegiatan.....	2
I.3. Tujuan Kegiatan.....	2
I.4. Manfaat Kegiatan.....	2
I.5. Landasan Teori.....	3
I.5.1. Pengertian MMS .....	3
I.5.2. Komponen MMS .....	3
I.5.3. Transformasi dan Sistem Referensi Koordinat .....	11
I.5.4. Penentuan Posisi dan Orientasi MMS.....	13
I.5.5. Sumber Kesalahan MMS .....	18
I.5.6. Koreksi Kesalahan Geometrik pada <i>Point Cloud</i> .....	22
I.5.7. Klasifikasi Data <i>Point Cloud</i> .....	25
I.5.8. Pengertian DEM, DTM, dan DSM .....	27
I.5.9. Ketelitian Elevasi Hasil Penyiaman MMS .....	28
I.5.10. Klasifikasi Jalan .....	30
I.5.11. Penampang Melintang Jalan .....	32

BAB II PELAKSANAAN.....	35
II.1. Persiapan.....	35
II.1.1. Bahan .....	35
II.1.2. Peralatan .....	36
II.2. Pelaksanaan .....	37
II.2.1. Pengumpulan Data.....	38
II.2.2. Pengolahan <i>Raw Data</i> MMS .....	40
II.2.3. Pembuatan <i>Project</i> dan Blok <i>Point Cloud</i> .....	45
II.2.4. Koreksi Kesalahan Geometrik pada <i>Point Cloud</i> .....	47
II.2.5. Klasifikasi <i>Point Cloud</i> .....	48
II.2.6. Pembuatan DEM.....	50
II.2.7. Perbandingan Titik Elevasi.....	50
II.2.8. Perhitungan dan Analisis Ketelitian Elevasi .....	51
II.2.9. Pembuatan Penampang Melintang Jalan .....	51
II.3. Kendala dalam Pelaksanaan Kegiatan .....	51
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	52
III.1. Hasil Integrasi data GNSS dan IMU .....	52
III.2. Hasil Ekstraksi Data Penyiaman dari Sensor <i>Laser Scanner</i> MMS.....	56
III.3. Hasil Pembuatan Blok Pengolahan Data <i>Point Cloud</i> .....	56
III.4. Hasil Koreksi Kesalahan Geometrik <i>Point Cloud</i> .....	58
III.5. Hasil Klasifikasi Data <i>Point Cloud</i> .....	59
III.6. Hasil Pembuatan DEM.....	61
III.7. Analisis Uji Ketelitian Elevasi DEM .....	61
III.8. Hasil Penampang Melintang Jalan .....	63
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
IV.1 Kesimpulan .....	65
IV.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA .....	67

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Perangkat MMS <i>Leica Pegasus Two</i> dan contoh <i>platform</i> mobil.....	3
Gambar I.2. Manajemen data MMS .....	4
Gambar I.3. Contoh <i>mobile platform</i> dengan rangkaian <i>frame</i> khusus .....	5
Gambar I.4. Kapal boat, troli, <i>all terrain vehicle</i> (ATV) sebagai <i>platform</i> MMS ..	5
Gambar I.5. Tiga segmen utama penentuan posisi menggunakan GNSS .....	6
Gambar I.6. Sumbu orientasi pada MMS .....	7
Gambar I.7. Klasifikasi <i>laser scanner</i> berdasarkan kegunaanya.....	8
Gambar I.8. Pengukuran jarak berbasis pulsa atau <i>time of flying</i> .....	9
Gambar I.9. Konsep pengukuran koordinat tiga dimensi menggunakan <i>laser scanner</i> .....	10
Gambar I.10. Sistem koordinat ECEF dan LLF .....	12
Gambar I.11. Sikap IMU ( <i>roll, pitch, heading</i> ) pada sistem koordinat <i>platform</i> .....	13
Gambar I.12. Transformasi koordinat pada MMS.....	14
Gambar I.13. Kesalahan posisi selang 1 detik pada pengukuran GNSS dan IMU..	16
Gambar I.14. Metode integrasi GNSS dengan IMU.....	16
Gambar I.15. Ilustrasi perhitungan kalman filter secara maju dan mundur .....	17
Gambar I.16. Ilustrasi kesalahan <i>roll</i> terhadap tanah .....	19
Gambar I.17. Ilustrasi kesalahan <i>roll</i> terhadap bangunan .....	20
Gambar I.18. Ilustrasi kesalahan <i>pitch</i> terhadap bangunan .....	20
Gambar I.19. Ilustrasi kesalahan <i>heading</i> terhadap bangunan .....	21
Gambar I.20. Ilustrasi koreksi geometrik <i>point cloud</i> dengan algoritma ICP .....	23
Gambar I.21. Ilustrasi skema klasifikasi <i>point cloud</i> kelas <i>ground</i> .....	25
Gambar I.22. Skema klasifikasi <i>point cloud</i> kelas <i>low point</i> .....	26
Gambar I.22. Ilustrasi perbedaan DTM dan DSM.....	27
Gambar I.24. Pembentukan model elevasi digital dengan metode interpolasi TIN	28
Gambar I.25. Klasifikasi jalan berdasarkan peranannya .....	31
Gambar I.26. Penampang melintang jalan.....	33
Gambar II.1. Lokasi kegiatan pengukuran menggunakan MMS.....	35
Gambar II.2. Diagram alir pelaksanaan kegiatan .....	37

Gambar II.3. <i>Raw data</i> GNSS dan IMU yang masih menyatu dalam file berekstensi *.gps .....	39
Gambar II.4. <i>Raw data</i> hasil penyiaman <i>laser scanner</i> dalam file berekstensi *.zfs .....	39
Gambar II.5. Tampilan situs web layanan data CORS milik BIG .....	40
Gambar II.6. Tampilan jendela proses ekstraksi data GNSS dan IMU .....	41
Gambar II.7. Input data stasiun CORS pada <i>Inertial Explorer</i> .....	42
Gambar II.8. Proses integrasi data GNSS dan IMU secara maju ( <i>forward</i> ) .....	42
Gambar II.9. Proses integrasi data GNSS dan IMU secara mundur ( <i>reverse</i> ) .....	43
Gambar II.10. Proses ekstraksi dan georeferensi data hasil penyiaman <i>laser scanner</i> .....	44
Gambar II.11. Pendefinisian datum dan sistem proyeksi pada <i>project</i> .....	45
Gambar II.12. Pengaturan dalam pembuatan desain blok point cloud .....	46
Gambar II.13. Kesalahan sistematik terhadap <i>point cloud</i> yang bertampalan .....	47
Gambar II.14. Parameter yang harus didefinisikan pada tahap kalibrasi <i>point cloud</i> .....	48
Gambar II.15. Skema klasifikasi <i>point cloud</i> pada kelas <i>ground</i> .....	49
Gambar II.16. Skema klasifikasi <i>point cloud</i> pada kelas selain <i>ground</i> .....	49
Gambar II.17. Proses perbandingan titik elevasi menggunakan fitur <i>output control report</i> pada perangkat lunak <i>Terrasolid</i> .....	50
Gambar III.1. Hasil integrasi data GNSS dan IMU berupa data <i>trajectory</i> dengan ekstensi *.sol, *.out, dan *.txt .....	52
Gambar III.2. Tampilan <i>trajectory</i> hasil integrasi GNSS dengan IMU .....	52
Gambar III.3. Informasi <i>trajectory</i> pada <i>Inertial Explorer</i> .....	53
Gambar III.4. Informasi <i>trajectory</i> pada file format ASCII .....	53
Gambar III.5. Persebaran nilai ketelitian vertikal dari <i>trajectory</i> .....	54
Gambar III.6. Persebaran nilai ketelitian horizontal dari <i>trajectory</i> .....	55
Gambar III.7. Grafik standar deviasi posisi <i>trajectory</i> dan lingkup <i>epoch</i> pengamatan .....	55
Gambar III.8. Hasil ekstraksi data penyiaman <i>laser scanner</i> .....	56

Gambar III.9. Hasil pembuatan blok pengolahan data <i>point cloud</i> .....	57
Gambar III.10. Nilai RMS dan matriks tranformasi hasil kalibrasi <i>point cloud</i> .....	58
Gambar III.11. Hasil klasifikasi <i>point cloud</i> dengan tampilan secara 2 D .....	59
Gambar III.12. Tampilan 3D dari <i>point cloud</i> kelas <i>ground</i> .....	60
Gambar III.13. DEM yang dihasilkan dengan metode interpolasi TIN pada data <i>point cloud</i> .....	61
Gambar III.14. Perbandingan elevasi MMS dan TS pada titik uji nomor 1- 33.....	62
Gambar III.15. Perbandingan elevasi MMS dan TS pada titik uji nomor 34-66.....	62
Gambar III.16. Perbandingan elevasi MMS dan TS pada titik uji nomor 67-99.....	63
Gambar III.17. Hasil penampang melintang jalan pada stasiun 0 + 020 .....	63
Gambar III.18. Hasil penampang melintang jalan pada stasiun 0 + 780 .....	64

### DAFTAR TABEL

Tabel III.1. Persentase nilai standar deviasi posisi <i>trajectory</i> .....	54
Tabel III.2. Jumlah <i>point cloud</i> dan kerapatannya pada tiap blok .....	57
Tabel III.3. Nilai RMS hasil koreksi geometrik <i>point cloud</i> pada setiap Blok.....	59
Tabel III.3. Jumlah <i>point cloud</i> kelas <i>ground</i> dan kerapatannya pada tiap blok .....	60
Tabel III.4. Hasil perhitungan ketelitian elevasi pada DEM <i>point cloud</i> MMS .....	61

### DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Spesifikasi Alat <i>Mobile Mapping System Leica Pegasus Two</i> .....	70
Lampiran B Hasil Pembuatan Blok Pengolahan Data <i>Point Cloud</i> .....	72
Lampiran C Hasil Pembuatan DEM .....	74
Lampiran D Hasil Perbandingan MMS dengan Koordinat Titik Uji .....	79
Lampiran E Peta Lokasi Penampang Melintang Jalan .....	84
Lampiran F Tabel Keterangan Penampang Melintang Jalan .....	86
Lampiran G Hasil Pembuatan Penampang Memanjang Jalan.....	89
Lampiran H Hasil Pembuatan Penampang Melintang Jalan .....	91