

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	13
2.2.1 Analisis Mobilitas Manusia	13
2.2.2 <i>Global Positioning System</i>	14
2.2.3 <i>Hidden Markov Model</i>	16
2.2.3.1 <i>Emission Probabilities</i>	17
2.2.3.2 <i>Transisiton Probabilities</i>	20
2.2.3.3 Viterbi	21
2.2.4 <i>KD-Tree</i> dan A^*	22
2.2.5 PyTrack	26
2.2.6 SciPy	28
2.2.7 NetworkX	29
2.2.8 GeoPy.....	29
2.2.9 <i>Dynamic Time Warping</i>	30
2.2.10 Tipe Data Uji	34
2.2.10.1 Data Perjalanan Penulis	34
2.2.10.2 Data Buatan	36
2.2.10.3 Data Penelitian Newson <i>et al.</i>	37



2.2.10.4	Data Road Network	38
BAB III	Metode Penelitian.....	39
3.1	Alat dan Bahan Tugas akhir	39
3.1.1	Alat Tugas akhir.....	39
3.1.2	Bahan Tugas akhir	40
3.2	Metode yang Digunakan.....	43
3.3	Alur Tugas Akhir	44
3.3.1	Alur Metode <i>Hidden Markov Model</i>	44
3.3.1.1	Mengumpulkan Data	45
3.3.1.2	Menentukan Batas Area Pencarian Ruas Jalan	45
3.3.1.3	Menambahkan Graf Pada Ruas Jalan	46
3.3.1.4	Menentukan <i>Node</i> Pada Ruas Jalan yang Menjadi Kan- didat	48
3.3.1.5	Memindahkan Data GPS Ke Ruas Jalan Berdasarkan Kandidat dengan Probabilitas Tertinggi	50
3.3.1.6	Mengambil OSM <i>Way ID</i> Dari Ruas Jalan Hasil Proses <i>Map Matching</i>	52
3.3.1.7	Memproses Data <i>Ground Truth</i> Untuk Mendapatkan OSM <i>Way ID</i>	52
3.3.1.8	Menghapus <i>Noise</i> Pada Data Hasil <i>Map Matching</i>	53
3.3.1.9	Mencari Nilai <i>Distances</i>	54
3.3.1.10	Mengubah Nilai <i>Distance</i> Menjadi <i>Similarity Score</i>	54
3.3.2	Alur Metode <i>KD-Tree</i> dan A^*	54
3.3.2.1	Mengumpulkan Data	55
3.3.2.2	Membuat Graf Berdasarkan Data Road Network	55
3.3.2.3	Melakukan Proses <i>Map Matching</i> Menggunakan <i>KD- Tree</i> dan A^*	57
3.3.2.4	Mengambil Data Koordinat Hasil <i>Map Matching</i>	58
3.3.2.5	Memproses Data Koordinat Hasil <i>Map Matching</i> dan <i>Ground Truth</i> Untuk Mendapatkan OSM <i>Way ID</i>	58
3.3.2.6	Menghapus <i>Noise</i> Pada Data Hasil <i>Map Matching</i>	59
3.3.2.7	Mencari Nilai <i>Distances</i>	59
3.3.2.8	Mengubah Nilai <i>Distance</i> Menjadi <i>Similarity Score</i>	60
3.4	Metrik Evaluasi	60
BAB IV	Hasil dan Pembahasan.....	61
4.1	Implementasi dan Tingkat Akurasi <i>Hidden Markov Model</i> dan <i>KD-Tree</i> Dalam Melakukan Proses <i>Map Matching</i>	61
4.1.1	Implementasi <i>Hidden Markov Model</i>	61
4.1.2	Implementasi <i>KD-Tree</i>	64



4.1.3	Tingkat Akurasi Algoritma <i>Hidden Markov Model</i> dan <i>KD-Tree</i> Dalam Melakukan Proses <i>Map Matching</i>	65
4.2	Pengaruh Jumlah Data GPS Terhadap Algoritma <i>Hidden Markov Model</i> dan <i>KD-Tree</i> Dalam Melakukan Proses <i>Map Matching</i>	66
4.3	Perbandingan Hasil Penelitian dengan Hasil Terdahulu	68
4.3.1	Perbandingan dengan Penelitian Newson <i>et al.</i>	68
4.3.2	Perbandingan dengan Penelitian Rakhman <i>et al.</i>	70
BAB V	Kesimpulan dan Saran	72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Sebelumnya	11
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Sebelumnya	12
Tabel 2.2	Contoh Data Ruas Jalan Raya	26
Tabel 2.3	Data Rute Perjalanan GPS Visualizer	36
Tabel 3.1	Data Perjalanan Penulis Menggunakan Aplikasi GPS Logger	40
Tabel 3.2	Fitur Data Perjalanan Penulis Menggunakan Aplikasi GPS Logger ..	41
Tabel 3.3	Data <i>Ground Truth</i> yang Dibuat Menggunakan GPS Visualizer	41
Tabel 3.4	Fitur Data Buatan Menggunakan GPS Visualizer	41
Tabel 3.5	Data <i>Test Trip</i> GPS	41
Tabel 3.6	Fitur Data <i>Test Trip</i> GPS	42
Tabel 3.7	Fitur Data <i>Road Network</i> GPS	42
Tabel 3.8	Data <i>Ground Truth</i>	43
Tabel 3.9	Fitur Data <i>Ground Truth</i>	43
Tabel 3.10	Data <i>Road Network</i> Berdasarkan Hot Export Tool	43
Tabel 3.11	Fitur Data <i>Road Network</i> Berdasarkan Hot Export Tool	43
Tabel 3.12	Fitur Data Keluaran <i>Function</i> "matching.get_candidates"	49
Tabel 3.13	Data OSM <i>Way ID Ground Truth</i> Metode HMM	53
Tabel 3.14	Data <i>Road Network</i> Yang Akan Digunakan Dalam Pembuatan Graf .	57
Tabel 3.15	Data Koordinat Hasil <i>Map Matching</i> Metode <i>KD-Tree</i> dan A*	58
Tabel 3.16	Data OSM <i>Way ID</i> Hasil <i>Map Matching</i> Metode <i>KD-Tree</i> dan A* ...	59
Tabel 3.17	Data OSM <i>Way ID Ground Truth</i> Metode <i>KD-Tree</i> dan A*	59
Tabel 4.1	Tingkat Akurasi Hasil <i>Map Matching</i>	65
Tabel 4.2	Tingkat Akurasi Hasil <i>Map Matching</i> Data yang Dihapus Secara Acak.....	67
Tabel 4.3	Perbandingan Penelitian Newson <i>et al.</i> dan Penulis	69
Tabel 4.4	Perbandingan Penelitian Rakhman <i>et al.</i> dan Penulis	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi Teori 1	8
Gambar 2.2	Ilustrasi Teori 2	9
Gambar 2.3	Ilustrasi Proses Trilaterasi	15
Gambar 2.4	Contoh Implementasi HMM	16
Gambar 2.5	Diagram <i>Map Matching</i> dengan HMM	17
Gambar 2.6	Diagram Alir <i>Map Matching</i> Dengan HMM	18
Gambar 2.7	Ilustrasi Proses Penghitungan <i>Emission Probabilities</i>	19
Gambar 2.8	Diagram Distribusi Eksponensial	21
Gambar 2.9	Contoh Studi Kasus Penghitungan <i>Emission</i> dan <i>Transition Probabilities</i>	21
Gambar 2.10	Contoh Diagram <i>KD-Tree</i>	23
Gambar 2.11	Diagram Alir <i>KD-Tree</i>	24
Gambar 2.12	Visualisasi Peta dengan Graf	28
Gambar 2.13	Visualisasi Rute Perjalanan dengan Gambar Peta	28
Gambar 2.14	Visualisasi Rute Perjalanan dengan Video	28
Gambar 2.15	Tampilan Graf Berarah Menggunakan NetworkX	30
Gambar 2.16	Ilustrasi Perbedaan DTW dan <i>Euclidean Distance</i>	31
Gambar 2.17	Matriks Nilai <i>Distances</i>	32
Gambar 2.18	Diagram Alir Mencari <i>Distances</i> Pada <i>Dynamic Time Warping</i> ...	33
Gambar 2.19	Tampilan Aplikasi GPS Logger	35
Gambar 2.20	Tampilan Aplikasi GPS Visualizer	36
Gambar 2.21	Rute Perjalanan Penelitian Newson <i>et al.</i>	37
Gambar 2.22	Tampilan Hot Export Tool	38
Gambar 3.1	Data <i>Road Network</i> GPS	42
Gambar 3.2	Diagram Alir Metode <i>Hidden Markov Model</i>	45
Gambar 3.3	Diagram Alir Menentukan Batas Area Pencarian Ruas Jalan	46
Gambar 3.4	Diagram Alir Menambahkan Graf Pada Ruas Jalan	47
Gambar 3.5	Tampilan Peta Metode HMM	47
Gambar 3.6	Tampilan Peta Dengan Graf Metode HMM	48
Gambar 3.7	Tampilan Hasil Pencarian Kandidat Metode HMM	49
Gambar 3.8	Diagram Alir Pencocokkan Data GPS Dengan Ruas Jalan Terdekat	50
Gambar 3.9	Tampilan Grafik Trellis	51
Gambar 3.10	Tampilan Rute Jalan Dari Proses <i>Map Matching</i> Metode HMM ..	52
Gambar 3.11	Contoh Data <i>Node</i> Dengan OSM <i>Way ID</i> Metode HMM	52
Gambar 3.12	Contoh <i>Noise</i> Pada Data Hasil <i>Map Matching</i>	53
Gambar 3.13	Visualisasi <i>Noise</i> Pada Data Hasil <i>Map Matching</i>	54
Gambar 3.14	Diagram Alir Metode <i>KD-Tree</i> dan A^*	55
Gambar 3.15	Diagram Alir Pembuatan Graf Berdasarkan Data <i>Road Network</i> .	56
Gambar 3.16	Data <i>Road Network</i> Sebelum Pembuatan Graf	56
Gambar 3.17	Diagram Alir Proses <i>Map Matching</i> Menggunakan KD Tree dan A^*	57
Gambar 3.18	Tampilan Hasil <i>Map Matching</i> <i>KD-Tree</i> dan A^*	58
Gambar 4.1	Tampilan Peta Data Penelitian Newson <i>et al.</i> Metode HMM	61
Gambar 4.2	Tampilan Peta Data Perjalanan Penulis Metode HMM	62



Gambar 4.3	Tampilan Peta Dengan Graf Data Penelitian Newson <i>et al.</i> Metode HMM.....	62
Gambar 4.4	Tampilan Peta Dengan Graf Data Perjalanan Metode HMM	63
Gambar 4.5	Tampilan Hasil <i>Map Matching</i> Data Penelitian Newson <i>et al.</i> Metode HMM	63
Gambar 4.6	Tampilan Hasil <i>Map Matching</i> Data Perjalanan Metode HMM ...	64
Gambar 4.7	Tampilan Hasil <i>Map Matching</i> Data Newson <i>et al.</i> Metode <i>KD-Tree</i>	65
Gambar 4.8	Visualisasi Tingkat Akurasi dan <i>Distances</i> Data Penelitian Newson <i>et al.</i>	66
Gambar 4.9	Visualisasi Tingkat Akurasi dan <i>Distances</i> Data Perjalanan.....	67