

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| PENGESAHAN..... | iv |
| PERNYATAAN | v |
| PERSEMBAHAN..... | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xv |
| DAFTAR NOTASI..... | xvi |
| INTISARI | xvii |
| ABSTRACT..... | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| I.1. Latar Belakang | 1 |
| I.2. Lingkup Kegiatan..... | 2 |
| I.3. Tujuan Kegiatan..... | 3 |
| I.4. Manfaat Kegiatan | 3 |
| I.5. Landasan Teori..... | 4 |
| I.5.1. Perencanaan trase jalan..... | 4 |
| I.5.2. SIG (Sistem Informasi Geografis)..... | 6 |
| I.5.3. Model dan format data spasial..... | 8 |
| I.5.4. Analisis <i>Least-Cost Path</i> | 12 |
| I.5.5. Pola <i>Neighbourhood</i> dan konektivitas grid | 13 |
| I.5.6. Algoritma <i>Accumulated-Cost Surface</i> | 14 |

| | |
|--|-----------|
| I.5.7. Algoritma <i>A*</i> (<i>A-Star</i>) | 18 |
| I.5.8. Pemrograman spasial dengan <i>Python</i> | 21 |
| I.5.9. Pembuatan <i>plugin</i> pada <i>QGIS</i> | 26 |
| I.5.9. Metode pengujian perangkat lunak..... | 28 |
| BAB II PELAKSANAAN | 30 |
| II.1. Persiapan | 30 |
| II.1.1. Peralatan | 30 |
| II.1.2. Bahan..... | 30 |
| II.2. Pelaksanaan | 32 |
| II.2.1. Pembuatan <i>cost surface</i> | 35 |
| II.2.2. Mengintegrasikan <i>QGIS IDE</i> dengan <i>Eclipse</i> | 36 |
| II.2.3. Pembuatan program <i>standalone</i> analisis <i>least-cost path</i> | 38 |
| II.2.4. Pengujian sintaks program <i>standalone</i> pada <i>Eclipse</i> | 48 |
| II.2.5. Pembuatan <i>Plugin Package</i> | 49 |
| II.2.6. Pembuatan <i>Graphic User Interface</i> | 50 |
| II.2.7. Pengintegrasian program <i>standalone</i> dengan <i>Graphic User Interface</i> ... | 52 |
| II.2.8. Pengujian <i>plugin</i> pada <i>QGIS</i> | 54 |
| II.2.9. Penilaian jalur hasil eksekusi <i>plugin</i> analisis <i>least-cost path</i> | 57 |
| II.2.10. Evaluasi <i>plugin</i> analisis <i>least-cost path</i> kepada pengguna..... | 58 |
| BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN | 59 |
| III.1. Hasil <i>cost surface</i> | 59 |
| III.2. Hasil pengujian sintaks program <i>standalone</i> pada <i>Eclipse</i> | 61 |
| III.3. Tampilan GUI <i>plugin</i> analisis <i>least-cost path</i> | 61 |
| III.4. Hasil pengujian <i>plugin</i> pada <i>QGIS</i> | 64 |
| III.4.1. <i>Functional Testing</i> | 64 |
| III.4.2. <i>Error Guessing</i> | 66 |

| | |
|---|-----|
| III.4.3. <i>Comparison Testing</i> | 67 |
| III.5. Jalur hasil eksekusi <i>plugin analisis least-cost path</i> | 70 |
| III.5.1. Struktur data jalur (<i>path</i>)..... | 70 |
| III.5.2. Jalur hasil analisis <i>least-cost path</i> menggunakan tiga jenis heuristik.... | 73 |
| III.5.3. Hasil penilaian jalur secara visual dan numeris..... | 76 |
| III.6. Tanggapan pengguna | 78 |
| BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN | 80 |
| IV.1. Kesimpulan..... | 80 |
| IV.2. Saran | 80 |
| DAFTAR PUSTAKA | 82 |
| LAMPIRAN A..... | 85 |
| LAMPIRAN B | 92 |
| LAMPIRAN C | 98 |
| LAMPIRAN D..... | 106 |
| LAMPIRAN E | 114 |
| LAMPIRAN F | 123 |
| LAMPIRAN G..... | 134 |
| LAMPIRAN H..... | 144 |
| LAMPIRAN I | 152 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar I.1. Pemilihan trase di atas peta ortofoto..... | 4 |
| Gambar I.2. Peranan SIG dalam siklus pengembangan infrastruktur transportasi | 7 |
| Gambar I.3. Struktur data vektor | 8 |
| Gambar I.4. Struktur data raster..... | 10 |
| Gambar I.5. Ilustrasi proses <i>full-raster encoding</i> | 11 |
| Gambar I.6. Struktur <i>ESRI ASCII Raster</i> | 11 |
| Gambar I.7. Ilustrasi analisis <i>least-cost path</i> pada permukaan DEM..... | 12 |
| Gambar I.8. Tiga jenis pola ketetangaan pada data raster | 13 |
| Gambar I.9. Struktur grid data DEM dan representasi 3D data DEM..... | 15 |
| Gambar I.10. Ilustrasi untuk persamaan I.6 dan I.7..... | 15 |
| Gambar I.11. Grafik yang digunakan pada <i>pathfinding</i> | 18 |
| Gambar I.12. Ilustrasi heuristik pada grafik jenis <i>tilemap-based</i> | 19 |
| Gambar I.13. Ilustrasi penomoran elemen matriks pada <i>NumPy array</i> | 23 |
| Gambar II.1. Cakupan wilayah pengujian plugin pada citra dari <i>Google Earth</i> | 31 |
| Gambar II.2. Data DEM TerraSAR-X, data IGD Tutupan Lahan 25K, dan data IGD Transportasi 25K..... | 32 |
| Gambar II.3. Diagram alir kegiatan pembuatan plugin analisis <i>least-cost path</i> | 34 |
| Gambar II.4. Tampilan perangkat lunak <i>Eclipse</i> pada saat penulisan program standalone analisis <i>least-cost path</i> | 38 |
| Gambar II.5. Diagram alir program analisis <i>least-cost path</i> | 41 |
| Gambar II.6. Tampilan console pada perangkat lunak <i>Eclipse</i> ketika program <i>standalone</i> analisis <i>least-cost path</i> dieksekusi | 48 |
| Gambar II.7. Tampilan <i>Qt Designer</i> saat proses pembuatan <i>Graphic User Interface plugin</i> analisis <i>least-cost path</i> | 50 |
| Gambar II.8. Sketsa <i>Graphic User Interface (GUI) plugin</i> analisis <i>least-cost path</i> pada <i>QGIS</i> | 51 |
| Gambar II.9. Bagian dari method <i>run()</i> yang berfungsi sebagai wadah untuk disisipkan skrip dari program <i>standalone</i> | 53 |
| Gambar II.10. Lokasi awal dan akhir pengujian program analisis <i>least-cost path</i> pada citra dari <i>Google Earth</i> | 56 |

| | |
|---|----|
| Gambar II.11. Tampilan halaman <i>QGIS Python Plugins Repository</i> | 55 |
| Gambar III.1. <i>Cost surface</i> Lembang beserta keterangan nilai <i>cost</i> untuk masing-masing jenis tutupan lahan..... | 59 |
| Gambar III.2. Tampilan <i>console</i> program <i>standalone</i> pada <i>Eclipse</i> setelah proses <i>pathfinding</i> berhasil | 61 |
| Gambar III.3. Ilustrasi cara mengakses <i>plugin</i> analisis <i>least-cost path</i> pada <i>QGIS</i> .. | 62 |
| Gambar III.4. <i>Graphic User Interface plugin</i> analisis <i>least-cost path</i> pada <i>QGIS</i> | 62 |
| Gambar III.5. Tampilan tombol <i>Drop Down Menu</i> | 63 |
| Gambar III.6. Tampilan pesan indikator proses <i>running</i> pada <i>QGIS</i> | 64 |
| Gambar III.7. Tampilan <i>QGIS</i> setelah proses <i>pathfinding</i> selesai..... | 65 |
| Gambar III.8. Tampilan pesan <i>error</i> pada <i>QGIS</i> | 66 |
| Gambar III.9. Tiga sampel pengujian pada raster <i>accumulated cost</i> | 67 |
| Gambar III.10. Sampel sel yang diuji pada raster <i>accumulated cost</i> beserta nilai pikselnya | 68 |
| Gambar III.11. Jalur hasil analisis <i>least-cost path</i> dan detil perbedaan jalur dengan model raster dan vektor..... | 71 |
| Gambar III.12. Jalur trase jalan hasil analisis <i>least-cost path</i> dan tabel atribut dari jalur tersebut..... | 72 |
| Gambar III.13. Jalur (vektor) jenis <i>Manhattan</i> | 73 |
| Gambar III.14. Jalur (vektor) jenis <i>Euclidean</i> | 73 |
| Gambar III.15. Jalur (vektor) jenis <i>Diagonal</i> | 74 |
| Gambar III.16. Lokasi-lokasi terditeksinya perbedaan jalur antara ketiga jenis penggunaan heuristik | 74 |
| Gambar III.17. Perbedaan jalur antara ketiga jenis penggunaan heuristik..... | 75 |
| Gambar III.18. Geometri jalur trase jalan hasil analisis <i>least-cost path</i> yang mengikuti alur garis kontur | 76 |
| Gambar III.19. Geometri jalur trase jalan hasil analisis <i>least-cost path</i> yang lebih memilih jenis tutupan lahan dengan nilai <i>cost</i> rendah..... | 77 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel I.1. Klasifikasi Medan..... | 5 |
| Tabel I.2. Daftar fungsi <i>GDAL</i> untuk membaca Informasi data raster..... | 24 |
| Tabel II.1. Tabel nilai bobot jenis tutupan lahan | 36 |
| Tabel II.2. Daftar jenis <i>Widget</i> untuk setiap data masukan dan keluaran..... | 51 |
| Tabel II.3. Klasifikasi bobot kemiringan untuk pengujian | 56 |
| Tabel III.1. Tabel nilai <i>cost</i> untuk masing-masing jenis tutupan lahan | 60 |
| Tabel III.2. Tabel perbandingan nilai <i>f</i> hasil perhitungan <i>plugin</i> dan manual pada cakupan sampel I | 68 |
| Tabel III.3. Tabel perbandingan nilai <i>f</i> hasil perhitungan <i>plugin</i> dan manual pada cakupan sampel II | 68 |
| Tabel III.4. Tabel perbandingan nilai <i>f</i> hasil perhitungan <i>plugin</i> dan manual pada cakupan sampel III..... | 69 |
| Tabel III.5. Tabel hasil penilaian kriteria panjang jalur dan kemiringan jalur | 77 |
| Tabel III.6. Tabel hasil penilaian kriteria <i>cost</i> jenis tutupan lahan..... | 78 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran A : Prosedur pembuatan <i>cost surface</i> | 85 |
| Lampiran B : Prosedur pengintegrasian <i>QGIS IDE</i> dengan <i>Eclipse</i> | 92 |
| Lampiran C : Skrip program <i>standalone</i> analisis <i>least-cost path</i> | 98 |
| Lampiran D : Prosedur pembuatan <i>Plugin Package</i> | 106 |
| Lampiran E : Prosedur pembuatan GUI menggunakan <i>Qt Designer</i> | 114 |
| Lampiran F : Skrip pada file <i>LeastCostPath.py</i> | 123 |
| Lampiran G : Cuplikan lembar kerja perhitungan manual nilai <i>f</i> | 134 |
| Lampiran H : Kuesioner dan tanggapan dari evaluator | 144 |
| Lampiran I : Peta jalur hasil eksekusi plugin analisis <i>Least-Cost Path</i> | 152 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|----------------|---|
| D | : jarak antar sel fokal |
| $D'_{(0,p_i)}$ | : jarak miring |
| CC_o | : <i>cost</i> yang sudah terakumulasi |
| C_0 | : <i>cost</i> pada sel piksel awal (sel fokal) |
| C_{p_i} | : <i>cost</i> pada sel piksel yang dituju |
| H_0 | : nilai elevasi pada sel asal (sel fokal) |
| H_{p_i} | : nilai elevasi pada sel yang dituju |
| μ | : ukuran sel (resolusi spasial) |
| ρ | : $\frac{180}{\pi}$ |
| π | : 3.141592653589793 |
| W | : nilai bobot |
| h | : jarak dari sel yang dituju ke sel akhir (heuristik) |
| Δx | : nilai translasi pada sumbu- x dari sel asal ke sel tujuan |
| Δy | : nilai translasi pada sumbu- y dari sel asal ke sel tujuan |
| f | : total nilai <i>cost</i> pada lokasi yang dituju |
| g | : <i>cost</i> perpindahan dari sel asal ke sel yang dituju |